

29.11.2004

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

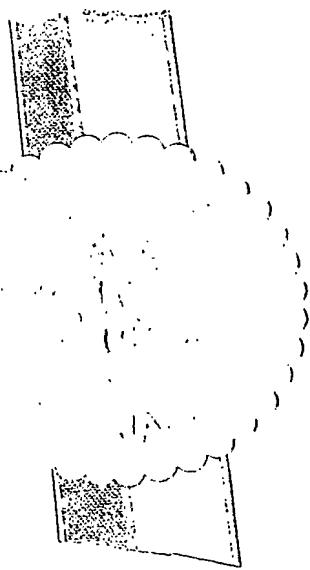
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年12月 2日

出願番号 Application Number: 特願2003-403850
[ST. 10/C]: [JP2003-403850]

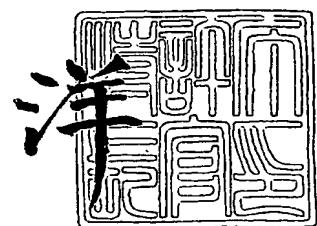
出願人 Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所



2005年 1月 6日

小川

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office



【書類名】 特許願
【整理番号】 P007538
【提出日】 平成15年12月 2日
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 398 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 山崎 舜平
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 398 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 桑原 秀明
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 398 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 前川 慎志
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 398 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 藤井 巍
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 398 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 伊佐 敏行
【特許出願人】
 【識別番号】 000153878
 【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所
 【代表者】 山崎 舜平
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 002543
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

開口部を有する絶縁層と、
前記開口部に設けられた第1の導電層と、
前記絶縁層及び前記第1の導電層上に、設けられた第2の導電層を有し、
前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚いことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

開口部を有する絶縁層と、
前記開口部に設けられた第1の導電層と、
前記絶縁層及び前記第1の導電層上に、設けられた第2の導電層を有し、
前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、
前記第2の導電層は導電性材料を有する液滴を噴出して形成されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】

開口部を有する絶縁層と、
前記開口部に設けられた第1の導電層と、
前記絶縁層と前記第1の導電層とに接して、設けられた第2の導電層と、
前記第2の導電層上にゲート絶縁膜を介して設けられた半導体層と、
前記半導体層上に設けられた一対の第3の導電層と、
一方の前記第3の導電層上に設けられた第1の電極と、
他方の前記第3の導電層上に設けられた開口部を有する第2の絶縁層と、
前記開口部に設けられた第4の導電層と、
前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、
前記第4の導電層は、前記第3の導電層より、幅が広くかつ厚いことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】

開口部を有する絶縁層と、
前記開口部に設けられた第1の導電層と、
前記絶縁層と前記第1の導電層とに接して、設けられた第2の導電層と、
前記第2の導電層上にゲート絶縁膜を介して設けられた半導体層と、
前記半導体層上に設けられた第3の導電層と、
前記第3の導電層上に設けられた開口部を有する第2の絶縁層と、
前記開口部に設けられた第4の導電層と、
前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、
前記第4の導電層は、前記第3の導電層より、幅が広くかつ厚く、
前記第2の導電層及び前記第3の導電層は導電性材料を有する液滴を噴出して形成されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】

請求項1乃至4のいずれか一項において、前記第1の導電層の下に酸化チタン膜を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】

請求項1乃至4のいずれか一項において、前記第1の導電層の下にW(タンクステン)、A1(アルミニウム)、Ta(タンタル)、Zr(ジルコニウム)、Hf(ハフニウム)、Ir(イリジウム)、Nb(ニオブ)、Pd(鉛)、Pt(白金)、Mo(モリブデン)、Rh(ロジウム)、Sc(スカンジウム)、Ti(チタン)、V(バナジウム)、Cr(クロム)、Mn(マンガン)、Fe(鉄)、Co(コバルト)、Ni(ニッケル)、Cu(銅)もしくはZn(亜鉛)の元素、又は前記元素の酸化物、窒化物もしくは酸窒化物からなる膜を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記第 2 の導電層は、銀、金、銅、又はインジウム錫酸化物を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】

請求項 3 乃至 7 のいずれか一項において、前記第 3 の導電層は、銀、金、銅、又はインジウム錫酸化物を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項において、前記開口部の幅は、 $5 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項において、前記半導体層は、水素又はハロゲン元素を含む非単結晶半導体であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項において、前記半導体層は、水素又はハロゲン元素を含むセミアモルファス半導体であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項において、前記半導体層は、水素とハロゲン元素を含む多結晶半導体であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項において、前記半導体層のチャネルの長さは $5 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 のいずれか一項の液晶表示装置で、表示画面を構成したことを特徴とする液晶テレビジョン装置。

【請求項 15】

開口部を有する絶縁層を形成し、
前記開口部に第 1 の導電層を形成し、
前記絶縁層及び前記第 1 の導電層上に、導電性材料を有する液滴を噴出することにより、第 2 の導電層を形成し、
前記第 1 の導電層は、前記第 2 の導電層より、幅が広くかつ厚くなるように形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項 16】

開口部を有する絶縁層を形成し、
前記開口部に第 1 の導電層を形成し、
導電性材料を有する液滴を噴出することにより、前記絶縁層及び前記第 1 の導電層に接して第 2 の導電層を形成し、
前記第 2 の導電層上にゲート絶縁膜を介して半導体層を形成し、
前記半導体層上に、導電性材料を有する液滴を噴出することにより第 3 の導電層を形成し、
前記第 3 の導電層上に第 2 の絶縁層及び第 4 の導電層を形成し、
前記第 1 の導電層は、前記第 2 の導電層より、幅が広くかつ厚く、
前記第 4 の導電層は、前記第 3 の導電層より、幅が広くかつ厚くなるように形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項 17】

請求項 15 または 16 において、前記第 1 の導電層の下に酸化チタン膜を形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項 18】

請求項 15 乃至 16 のいずれか一項において、前記第 1 の導電層の下に W (タンゲステン)、A l (アルミニウム)、T a (タンタル)、Z r (ジルコニウム)、H f (ハフニウム)、I r (イリジウム)、N b (ニオブ)、P d (鉛)、P t (白金)、M o (モリブデン)、R h (ロジウム)、S c (スカンジウム)、T i (チタン)、V (バナジウム)

)、Cr(クロム)、Mn(マンガン)、Fe(鉄)、Co(コバルト)、Ni(ニッケル)、Cu(銅)もしくはZn(亜鉛)の元素、又は前記元素の酸化物、窒化物もしくは酸窒化物からなる膜を形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項19】

請求項15乃至18のいずれか一項において、前記導電性材料として、銀、金、銅、又はインジウム錫酸化物を用いて形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項20】

請求項15乃至19のいずれか一項において、前記開口部の幅が、 $5\mu m$ 以上 $100\mu m$ 以下となるように形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項21】

請求項15乃至20のいずれか一項において、前記半導体層は、水素又はハロゲン元素を含むガスにより形成された非単結晶半導体であることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項22】

請求項15乃至21のいずれか一項において、前記半導体層は、水素又はハロゲン元素を含むガスにより形成されたセミアモルファス半導体であることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項23】

請求項15乃至21のいずれか一項において、前記半導体層は、水素とハロゲン元素を含むガスにより形成された多結晶半導体であることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項24】

請求項15乃至23のいずれか一項において、前記半導体層のチャネルの長さが $5\mu m$ 以上 $100\mu m$ 以下となるように第2の導電層を形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】液晶表示装置及びその作製方法、並びに液晶テレビジョン装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置及びその作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

薄膜トランジスタ（以下、「TFT」という。）及びそれを用いた電子回路は、半導体、絶縁体及び導電体などの各種薄膜を基板上に積層し、適宜フォトリソグラフィ技術により所定のパターンを形成して製造されている。フォトリソグラフィ技術とは、フォトマスクと呼ばれる透明な平板面上に光を通さない材料で形成した回路等のパターンを、光を利用して目的とする基板上に転写する技術であり、半導体集積回路等の製造工程において広く用いられている。

【0003】

従来のフォトリソグラフィ技術を用いた製造工程では、フォトレジストと呼ばれる感光性の有機樹脂材料を用いて形成されるマスクパターンの取り扱いだけでも、露光、現像、焼成、剥離といった多段階の工程が必要になる。従って、フォトリソグラフィ工程の回数が増える程、製造コストは必然的に上がってしまうことになる。このような問題点を改善するために、フォトリソグラフィ工程を削減してTFTを製造することが試みられている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

しかし、上記特許文献1に記載された技術は、TFTの製造工程で複数回行われるフォトリソグラフィ工程の一部を印刷法で置き替えただけのものであり、抜本的に工程数の削減に寄与できるものではない。また、フォトリソグラフィ技術においてマスクマスクパターンを転写するために用いる露光装置は、等倍投影露光若しくは縮小投影露光により、数ミクロンから1ミクロン以下のパターンを転写するものであり、原理的にみて、一辺が1メートルを越えるような大面積基板を一括で露光することは技術的に困難である。

【特許文献1】特開平11-251259号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、TFT及びそれを用いる電子回路並びにTFTによって形成される液晶表示装置の製造工程においてフォトリソグラフィ工程の回数を削減し、或いはその工程自体を無くすることで製造工程を簡略化し、一辺が1メートルを越えるような大面積の基板にも、低いコストで歩留まり良く製造することができる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した従来技術の課題を解決するために、本発明においては以下の手段を講じる。

【0007】

本発明は、配線層若しくは電極を形成する導電層や、所定のパターンを形成するためのマスク層など表示パネルを作製するために必要なパターンのうち、少なくとも一つ若しくはそれ以上を、選択的にパターンを形成可能な方法により形成して、液晶表示装置を作製することを特徴とするものである。選択的にパターンを形成可能な方法として、導電層や絶縁層など形成し、特定の目的に調合された組成物の液滴を選択的に吐出して所定のパターンを形成することができる、液滴吐出法（その方式によっては、インクジェット法とも呼ばれる。）を用いる。また、パターンが転写、または描写できる方法、例えば印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）なども用いることができる。

【0008】

また、本発明は、液滴吐出法によりパターンを形成するに際し、その形成する領域に密

着性を向上させる手段（下地前処理）を行い、液晶表示装置の信頼性を向上させる。

【0009】

本発明は、密着性を高める効果を有する物質を利用して、配線、その他半導体膜、絶縁膜、マスク等液晶表示装置を構成することを特徴とする。工程において、所定の組成物を含む液滴を細孔から吐出して所定のパターンを形成する際、その密着性を高めるために下地前処理として高融点金属からなる物質を形成する。具体的には、高融点金属からなる導電層上又はその両端に、塗布法等により、溶媒に混入された配線材料（配線材料（導電性材料）を溶媒に溶解又は分散させたものを含む）を形成し、配線を形成することを特徴とする。例えば、高融点金属や、3d遷移元素からなる導電層上に、液滴吐出法により、溶媒に混入された導電体を吐出する。液滴吐出法以外に、スピンドルコーティング法、ディップ法、その他の塗布法、印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）により、前記高融点金属からなる導電層上に、溶媒に混入された導電体を形成してもよい。

【0010】

下地前処理として用いられる物質は、酸化チタン（TiO₂）、チタン酸ストロンチウム（SrTiO₃）、セレン化カドミウム（CdSe）、タンタル酸カリウム（KTaO₃）、硫化カドミウム（CdS）、酸化ジルコニウム（ZrO₂）、酸化ニオブ（Nb₂O₅）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化鉄（Fe₂O₃）、酸化タンゲステン（WO₃）等を用いることができる。

【0011】

ゾルゲル法のディップコーティング法、スピンドルコーティング法、液滴吐出法、イオンプレーティング法、イオンビーム法、CVD法、スパッタリング法、RFマグネットロンスパッタリング法、プラズマ溶射法、プラズマスプレー法、又は陽極酸化法により形成することができる。また物質は、その形成方法により膜としての連続性を有さなくても良い。

【0012】

前記高融点金属、または3d遷移元素として、Ti（チタン）、W（タンゲステン）、Cr（クロム）、Al（アルミニウム）、Ta（タンタル）、Ni（ニッケル）、Zr（ジルコニウム）、Hf（ハフニウム）、V（バナジウム）、Ir（イリジウム）、Nb（ニオブ）、Pd（鉛）、Pt（白金）、Mo（モリブデン）、Co（コバルト）、Rh（ロジウム）、Sc（スカンジウム）、Mn（マンガン）、Fe（鉄）、Cu（銅）又はZn（亜鉛）の材料、またそれらの酸化物、窒化物、酸化窒化物などを用いることができる。前記導電層は、スパッタリング法、蒸着法、イオン注入法、CVD法、ディップ法、スピンドルコーティング法等の公知の方法で形成することを特徴とし、好適には、スパッタリング法、ディップ法又はスピンドルコーティング法で形成することを特徴とする。また、後に導電層を絶縁化する場合には、導電層を0.01～10nmの厚さで形成し、自然酸化で絶縁化すると簡便であり好ましい。

【0013】

また、他の方法として、形成領域（被形成面）に対してプラズマ処理を行う方法がある。プラズマ処理の条件は、空気、酸素又は窒素を処理ガスとして用い、圧力を数十Torr～1000Torr（133000Pa）、好ましくは100（13300Pa）～1000Torr（133000Pa）、より好ましくは700Torr（93100Pa）～800Torr（106400Pa）、つまり大気圧又は大気圧近傍の圧力となる状態で、パルス電圧を印加する。このとき、プラズマ密度は、 $1 \times 10^{10} \sim 1 \times 10^{14} \text{ m}^{-3}$ 、所謂コロナ放電やグロー放電の状態となるようにする。空気、酸素又は窒素の処理ガスを用い、プラズマ処理を用いることにより、材質依存性なく、表面改質を行うことができる。その結果、あらゆる材料に対して表面改質を行うことができる。

【0014】

また、他の方法として、液滴吐出法によるパターンのその形成領域との密着性を上げるために、接着材として機能するような有機材料系の物質を形成してもよい。材料としては、感光性または非感光性の有機材料（有機樹脂材料）（ポリイミド、アクリル、ポリアミ

ド、ポリイミドアミド、レジスト、ベンゾシクロブテンなど)、低誘電率であるLow k材料などの一種、もしくは複数種からなる膜、またはこれらの膜の積層などを用いることができる。また、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む材料、もしくは置換基にフッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料を用いてもよい。作製法としては、液滴吐出法や、印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)を用いることもできる。塗布法で得られるTOF膜やSOG膜なども用いることができる。

【0015】

上記、液滴吐出法を用いて形成される導電体の領域に、下地前処理として密着性向上や、表面改質のために行われる工程は、液滴吐出法を用いて形成したパターンの上に、さらに導電体を形成する場合行っても良い。また、その場合の下地前処理として、液滴吐出法によって第1の導電層を形成した後、紫外線の照射をする紫外線照射処理を行い、処理領域に第2の導電層を液滴吐出法により形成しても良い。例えば、径の大きな吐出口を用いて、幅広のパターンを形成した後、径の小さな吐出口を用いて幅広のパターンに部分的に重なるように細いパターンを形成し、微細なパターンを形成することも出来る。

【0016】

導電体(導電層)を形成するため、液滴吐出法により吐出口から吐出する組成物は、導電性材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いる。導電性材料とは、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子に相当する。また、透明導電膜として用いられるインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム錫酸化物と酸化珪素からなるITO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、窒化チタン等に相当する。但し、吐出口から吐出する組成物は、比抵抗値を考慮して、金、銀、銅のいずれかの材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることが好適であり、より好適には、低抵抗な銀、銅を用いるとよい。但し、銀、銅を用いる場合には、不純物対策のため、合わせてバリア膜を設けるとよい。バリア膜としては、窒化珪素膜やニッケルボロン(NiB)を用いるとことができる。

【0017】

また、導電性材料の周りに他の導電性材料がコーティングされ、複数の層になっている粒子でも良い。例えば、銅の周りにニッケルボロン(NiB)がコーティングされ、その周囲に銀がコーティングされている3層構造の粒子などを用いても良い。溶媒は、酢酸ブチル、酢酸エチル等のエステル類、イソプロピルアルコール、エチルアルコール等のアルコール類、メチルエチルケトン、アセトン等の有機溶剤等を用いる。組成物の粘度は20cp以下が好適であり、これは、乾燥が起こることを防止したり、吐出口から組成物を円滑に吐出できるようにしたりするためである。また、組成物の表面張力は、40mN/m以下が好適である。但し、用いる溶媒や、用途に合わせて、組成物の粘度等は適宜調整するとよい。一例として、ITOや、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5~20mPa·s、銀を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5~20mPa·sに設定するとよい。

【0018】

本発明では、液晶表示装置を構成する導電層のうち、ゲート配線やソース線、他の引き回し配線など比較的広い線幅で形成する導電層(バスラインとも呼ばれる)を、絶縁層に埋め込むように液滴吐出法によって形成する。一方、画素部内のゲート電極やソース、ドレイン電極、他の配線などの比較的細い線幅の導電層は、液滴吐出法により直接描画し、形成する。本発明によりゲート配線の線幅は10~40μm、ゲート電極の線幅は5~20μm、ゲート配線の線幅がゲート電極の線幅の約2倍となるような配線が形成できる。本発明により、配線への大電流を効率よく、高速で流すための低抵抗化と、電極への断線のないようなパターンの微細化という要求が、両方満たすことができる。絶縁層間に埋め込みで形成する幅広の配線と、微細な導電層の形成は、他工程で行ってもよいし、同時に

行ってもよい。それぞれその配線に要求される役割と、液晶表示装置の構成の違いによつて、微細パターンを先に行つても、後から形成してもよく、その順序には限定されない。

【0019】

本発明の液晶表示装置は、開口部を有する絶縁層と、前記開口部に設けられた第1の導電層と、前記絶縁層及び前記第1の導電層上に、設けられた第2の導電層を有し、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚いことを特徴とする。

【0020】

本発明の液晶表示装置は、開口部を有する絶縁層と、前記開口部に設けられた第1の導電層と、前記絶縁層及び前記第1の導電層上に、設けられた第2の導電層を有し、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、前記第2の導電層は導電性材料を有する液滴を噴出して形成されることを特徴とする。

【0021】

本発明の液晶表示装置は、開口部を有する絶縁層と、前記開口部に設けられた第1の導電層と、前記絶縁層と前記第1の導電層とに接して、設けられた第2の導電層と、前記第2の導電層上にゲート絶縁膜を介して設けられた半導体層と、前記半導体層上に設けられた一対の第3の導電層と、一方の前記第3の導電層上に設けられた第1の電極と、他方の前記第3の導電層上に設けられた開口部を有する第2の絶縁層と、前記開口部に設けられた第4の導電層と、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、前記第4の導電層は、前記第3の導電層より、幅が広くかつ厚いことを特徴とする。

【0022】

本発明の液晶表示装置は、開口部を有する絶縁層と、前記開口部に設けられた第1の導電層と、前記絶縁層と前記第1の導電層とに接して、設けられた第2の導電層と、前記第2の導電層上にゲート絶縁膜を介して設けられた半導体層と、前記半導体層上に設けられた第3の導電層と、前記第3の導電層上に設けられた開口部を有する第2の絶縁層と、前記開口部に設けられた第4の導電層と、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、前記第4の導電層は、前記第3の導電層より、幅が広くかつ厚く、前記第2の導電層及び前記第3の導電層は導電性材料を有する液滴を噴出して形成されることを特徴とする。

【0023】

上記構成において、液滴吐出法により形成された第1の導電層、第2の導電層、ゲート電極、ソース電極またはドレン電極の線幅は、 $5\mu m$ 以上 $100\mu m$ 以下であることが好ましい。液滴吐出法により、液量を $0.1 p l$ 以上 $40 p l$ 吐出し、パターンを形成することができる。

【0024】

上記構成において、前記半導体層が、水素とハロゲン元素を含み、結晶構造を含むセミアモルファス半導体であつてもよい。水素とハロゲン元素を含む非単結晶半導体、水素とハロゲン元素を含む多結晶半導体であつてもよい。前記半導体層のチャネルの長さは $5\mu m$ 以上 $100\mu m$ 以下であると好ましい。また、上記構成の液晶表示装置で、表示画面を構成したことを特徴とするテレビジョン装置を作製することができる。

【0025】

本発明の液晶表示装置の作製方法は、開口部を有する絶縁層を形成し、前記開口部に第1の導電層を形成し、前記絶縁層及び前記第1の導電層上に、導電性材料を有する液滴を噴出することにより、第2の導電層を形成し、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚くなるように形成することを特徴とする。

【0026】

本発明の液晶表示装置の作製方法は、開口部を有する絶縁層を形成し、前記開口部に第1の導電層を形成し、導電性材料を有する液滴を噴出することにより、前記絶縁層及び前記第1の導電層に接して第2の導電層を形成し、前記第2の導電層上にゲート絶縁膜を介して半導体層を形成し、前記半導体層上に、導電性材料を有する液滴を噴出することにより第3の導電層を形成し、前記第3の導電層上に第2の絶縁層及び第4の導電層を形成し

、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、前記第4の導電層は、前記第3の導電層より、幅が広くかつ厚くなるように形成することを特徴とする。

【0027】

ゲート絶縁膜は、第1の窒化珪素膜、酸化珪素膜及び第2の窒化珪素膜を順次積層して形成することで、ゲート電極の酸化を防止出来、かつ、ゲート絶縁膜の上層側に形成する半導体層と良好な界面を形成することが出来る。

【0028】

前記したように、本発明は、ゲート電極層や配線層、及びパターニングの時に利用するマスクを形成する際に液滴吐出法により行うことを特徴としているが、液晶表示装置を作製するために必要なパターンのうち、少なくとも一つ若しくはそれ以上を、選択的にパターンを形成可能な方法により形成して、液晶表示装置を製造することでその目的は達成される。

【0029】

また、第1の絶縁層及び第2の絶縁層は、有機材料、無機材料又は珪素と酸素との結合で骨格構造が形成された材料で形成してもよい。有機材料は、その平坦性が優れているため、後に導電体を成膜した際にも、段差部で膜厚が極端に薄くなったり、断線が起きたりすることがなく、好適である。また、有機材料は、誘電率が低い。そのため、複数の配線の層間絶縁体として用いると、配線容量が低減し、多層配線を形成することが可能となり、高性能化及び高機能化が実現される。

【0030】

一方、珪素と酸素との結合で骨格構造が形成された材料としては、シロキサン系ポリマーが代表例として挙げられ、詳しくは、珪素と酸素との結合で骨格構造が構成され置換基に少なくとも水素を含む材料、又は、置換基にフッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料である。この材料も平坦性に優れており、また透明性や耐熱性をも有し、シロキサンポリマーからなる絶縁体を形成後に300度～600度程度以下の温度で加熱処理を行うことができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明により、導電層のパターンをその線幅によって作り分けることが出来るので、液晶表示装置を構成する配線のうち、太い幅の低抵抗な配線と、画素部などに用いられる微細な配線の両方とを、その役割によって要求される機能を満たすように形成することができる。

【0032】

本発明によれば、液滴吐出法により、配線層やマスクのパターニングを直接行うことができる、材料の利用効率を向上させて、かつ、作製工程を簡略化したTFT及びそれを用いた信頼性の高い液晶表示装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々なに変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する本発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

【0034】

図27は本発明に係る液晶表示パネルの構成を示す上面図であり、絶縁表面を有する基板2700上に画素2702をマトリクス上に配列させた画素部2701、走査線側入力端子2703、信号線側入力端子2704が形成されている。画素数は種々の規格に従つて設ければ良く、XGAであれば $1024 \times 768 \times 3$ (RGB)、UXGAであれば $1600 \times 1200 \times 3$ (RGB)、フルスペックハイビジョンに対応させるのであれば

$920 \times 1080 \times 3$ (RGB) とすれば良い。

【0035】

画素2702は、走査線側入力端子2703から延在する走査線と、信号線側入力端子2704から延在する信号線とが交差することで、マトリクス状に配設される。画素2702のそれぞれには、スイッチング素子とそれに接続する画素電極が備えられている。スイッチング素子の代表的な一例はTFTであり、TFTのゲート電極側が走査線と、ソース若しくはドレイン側が信号線と接続されることにより、個々の画素を外部から入力する信号によって独立して制御可能としている。

【0036】

TFTは、その主要な構成要素として、半導体層、ゲート絶縁層及びゲート電極層が挙げられ、半導体層に形成されるソース及びドレイン領域に接続する配線層がそれに付随する。構造的には基板側から半導体層、ゲート絶縁層及びゲート電極層を配設したトップゲート型と、基板側からゲート電極層、ゲート絶縁層及び半導体層を配設したボトムゲート型などが代表的に知られているが、本発明においてはそれらの構造のどのようなものを用いても良い。

【0037】

半導体層を形成する材料は、シリコンやゲルマンに代表される半導体材料ガスを用いて気相成長法やスパッタリング法で作製されるアモルファス半導体（以下「AS」ともいう。）、該非晶質半導体を光エネルギーや熱エネルギーを利用して結晶化させた多結晶半導体、或いはセミアモルファス（微結晶若しくはマイクロクリスタルとも呼ばれる。以下「SAS」ともいう。）半導体などを用いることができる。

【0038】

SASは、非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造を有し、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な領域を含んでいる。少なくとも膜中の一部の領域には、 $0.5 \sim 20\text{ nm}$ の結晶領域を観測することが出来、珪素を主成分とする場合にはラマンスペクトルが 520 cm^{-1} よりも低波数側にシフトしている。X線回折では珪素結晶格子に由来するとされる（111）、（220）の回折ピークが観測される。未結合手（ダングリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。SASは、珪化物気体をグロー放電分解（プラズマCVD）して形成する。珪化物気体としては、SiH₄、その他にもSi₂H₆、SiH₂C₁₂、SiHC₁₃、SiC₁₄、SiF₄などを用いることが可能である。またGeF₄を混合させても良い。この珪化物気体をH₂、又は、H₂とHe、Ar、Kr、Neから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈しても良い。希釈率は $2 \sim 1000$ 倍の範囲。圧力は概略 $0.1\text{ Pa} \sim 133\text{ Pa}$ の範囲、電源周波数は $1\text{ MHz} \sim 120\text{ MHz}$ 、好ましくは $13\text{ MHz} \sim 60\text{ MHz}$ 。基板加熱温度は 300°C 以下でよい。膜中の不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は $1 \times 10^{20}\text{ cm}^{-2}$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 以下とする。

【0039】

図27は、走査線及び信号線へ入力する信号を、外付けの駆動回路により制御する液晶表示パネルの構成を示しているが、図25に示すように、COG(Chip on Glass)によりドライバICを基板700上に実装しても良い。ドライバICは単結晶半導体基板に形成されたものでも良いし、ガラス基板上にTFTで回路を形成したものであっても良い。

【0040】

また、画素に設けるTFTをSASで形成する場合には、図24に示すように走査線側駆動回路2403を基板2400上に形成し一体化することも出来る。図24において、2401は画素部であり、信号線側駆動回路は、COGによりドライバIC2407a、2407bを実装し、FPC2404a、2404bに接続している。

【0041】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態について、図1～図6を用いて説明する。より詳しくは、本発明を適用した液晶表示装置の作製方法について説明する。まず、本発明を適用した、チャネル保護型の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置の作製方法について説明する。また図1～図6において、(A)は液晶表示装置画素部の上面図であり、(B)は(A)における線A—A'による断面図、(C)は線B—B'による断面図である。

【0042】

基板100の上に、下地前処理として密着性を向上させる下地膜101を形成し、図1(A)、(B)及び(C)のように、絶縁層102a、102b、102cを選択的に形成する。基板100は、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミニオホウケイ酸ガラス等からなるガラス基板、石英基板、シリコン基板、金属基板、ステンレス基板又は本作製工程の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いる。また、基板100の表面が平坦化されるようにCMP法などによって、研磨しても良い。なお、基板100上に、絶縁層を形成してもよい。絶縁層は、CVD法、プラズマCVD法、スピッタリング法、スピンドルコート法等の公知の方法により、珪素を含む酸化物材料、窒化物材料を用いて、単層又は積層して形成される。この絶縁層は、形成しなくても良いが、基板100からの汚染物質などを遮断する効果がある。ガラス基板よりの汚染を防ぐための下地層を形成する場合は、その上に液滴吐出法によって形成する導電層の下地前処理として下地膜101を形成する。

【0043】

パターンの形成に用いる液滴吐出装置の一態様は図11に示されている。液滴吐出手段1403の個々のヘッド1405は制御手段1407に接続され、それがコンピュータ1410で制御することにより予めプログラミングされたパターンを描画することができる。描画するタイミングは、例えば、基板1400上に形成されたマーカー1411を基準に行けば良い。或いは、基板1400の縁を基準にして基準点を確定させても良い。これをCCDなどの撮像手段1404で検出し、画像処理手段1409にてデジタル信号に変換したものをコンピュータ1410で認識して制御信号を発生させて制御手段1407に送る。勿論、基板1400上に形成されるべきパターンの情報は記憶媒体1408に格納されたものであり、この情報を基にして制御手段1407に制御信号を送り、液滴吐出手段1403の個々のヘッド1405、1412を個別に制御することができる。ヘッド1405と1412のノズルのサイズは異なっており、異なる材料を異なる幅で同時に描画することができる。一つのヘッドで、導電材料や有機、無機材料などをそれぞれ吐出し、描画することができ、層間膜のような広領域に描画する場合は、スループットを向上させるため複数のノズルより同材料を同時に吐出し、描画することができる。大型基板を用いる場合、ヘッド1405は基板上を、矢印の方向に自在に走査し、描画する領域を自由に設定することができ、同じパターンを一枚の基板に複数描画することができる。

【0044】

本実施の形態で下地前処理として形成する下地膜101は、ゾルゲル法のディップコーティング法、スピンドルコーティング法、液滴吐出法、イオンプレーティング法、イオンビーム法、CVD法、スピッタリング法、RFマグネットロンスピッタリング法、プラズマ溶射法、プラズマスプレー法、又は陽極酸化法により形成することができる。また物質は、その形成方法により膜としての連続性を有さなくても良い。ディップコーティング法、スピンドルコーティング法等の塗布法により形成する場合、溶媒を除去する必要があるとき、焼成したり、乾燥すればよい。

【0045】

本実施の形態では、下地膜101として、スピッタリング法により所定の結晶構造を有するTiO_x(代表としてはTiO₂)結晶を形成する場合を説明する。ターゲットには金属チタンチューブを用い、アルゴンガスと酸素を用いてスピッタリングを行う。更にHeガスを導入してもよい。成膜室又は処理物が設けられた基板を加熱しながらTiO_xを形成してもよい。

【0046】

このように形成されるTiO_xは非常に薄膜（1μm程度）であってもよい。

【0047】

また、スパッタリング法や蒸着法などの方法により、Ti（チタン）、W（タンゲステン）、Cr（クロム）、Ta（タンタル）、Ni（ニッケル）、Mo（モリブデン）などの金属材料若しくはその酸化物で形成される下地膜101を形成してもよい。

【0048】

下地膜101は0.01～10nmの厚さで形成すれば良いが、極薄く形成すれば良いので、必ずしも層構造を持っていなくても良い。下地膜として、高融点金属材料や、3d遷移元素を用いて、下地膜が導電性を有している場合、導電層形成領域以外の下地膜においては、下記の2つの方法を行うことが望ましい。

【0049】

第1の方法としては、ゲート配電層103、容量配線層104と重ならない下地膜101を絶縁化して、絶縁体層を形成する。つまり、ゲート配電層103、容量配線層104と重ならない下地膜101を酸化して絶縁化する。このように、下地膜101を酸化して絶縁化する場合には、当該下地膜101を0.01～10nmの厚さで形成しておくことが好適であり、そうすると容易に酸化させることができる。なお、酸化する方法としては、酸素雰囲気下に晒す方法を用いてもよいし、熱処理を行う方法を用いてもよい。

【0050】

第2の方法としては、ゲート配電層103、容量配線層104の形成領域（導電性材料を含む組成物と吐出領域）に選択的に形成する。下地膜101は、液滴吐出法などを用いるか、絶縁層102a、102b、102cをマスクとして用いるなどして、基板上に選択的に形成してもよいし、全面に形成した後、選択的に下地膜101をエッチングして除去してもよい。この工程を用いる場合には下地膜101の厚さに制約はない。

【0051】

また、下地前処理の他の方法として、形成領域（被形成面）に対してプラズマ処理を行う方法がある。プラズマ処理の条件は、空気、酸素又は窒素を処理ガスとして用い、圧力を数十Torr～1000Torr（133000Pa）、好ましくは100（13300Pa）～1000Torr（133000Pa）、より好ましくは700Torr（93100Pa）～800Torr（106400Pa）、つまり大気圧又は大気圧近傍の圧力となる状態で、パルス電圧を印加する。このとき、プラズマ密度は、 $1 \times 10^{10} \sim 1 \times 10^{14} \text{ m}^{-3}$ 、所謂コロナ放電やグロー放電の状態となるようにする。空気、酸素又は窒素の処理ガスを用いプラズマ処理を用いることにより、材質依存性なく、表面改質を行うことができる。その結果、あらゆる材料に対して表面改質を行うことができる。

【0052】

また、他の方法として、液滴吐出法によるパターンのその形成領域との密着性を上げるために、接着材として機能するような有機材料系の物質を形成してもよい。有機材料（有機樹脂材料）（ポリイミド、アクリル）やシリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む材料、もしくは置換基にフッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料を用いてもよい。

【0053】

絶縁層102a、102b、102cを形成する。絶縁層102a、102b、102cは、スピンドルコート法やディップ法により全面に絶縁層を形成した後、エッチング加工によって図1に示すようにパターニングし、形成する。エッチングは、プラズマCVD法などのドライエッチングを用いても良いし、ウェットエッチングを用いてもよい。また、液滴吐出法により絶縁層102a、102b、102cを形成すれば、エッチング加工は必ずしも必要ない。液滴吐出法を用いて、絶縁層など広領域に形成する場合、液滴吐出装置のノズル吐出口の径が大きなものを用いるか、複数のノズル吐出口から組成物を吐出し、複数の線が重なるように描画し形成すると、スループットが向上する。

【0054】

絶縁層102a、102b、102cは、酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、酸化ア

ルミニウム、窒化アルミニウム、酸窒化アルミニウムその他の無機絶縁性材料、又はアクリル酸、メタクリル酸及びこれらの誘導体、又はポリイミド(polyimide)、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール(polybenzimidazole)などの耐熱性高分子、又はシロキサン系材料を出発材料として形成された珪素、酸素、水素からなる化合物のうちSi-O-Si結合を含む無機シロキサン、珪素上の水素がメチルやフェニルのような有機基によって置換された有機シロキサン系の絶縁材料で形成することができる。アクリル、ポリイミド等の感光性、非感光性の材料を用いて形成してもよい。感光性の材料を用いると、レジストによるマスクを用いることなくパターニングができる。本実施の形態では、感光性有機樹脂材料を用いる。

【0055】

絶縁層102a、102b、102cを形成した後、液滴吐出法によりゲート配線層103と容量配線層104を、絶縁層102a、102b、102c間に埋め込むように形成する。先に形成した絶縁層102a、102b、102cを焼成した後でもよく、完全には焼成しない仮焼成でとどめておいて、ゲート配線層103、容量配線層104を形成して同時に完全に焼成しても良い。本発明は、液晶表示装置を構成する導電層のうち、画素間を跨ぎ、比較的太い線幅で形成されるゲート配線層や、容量配線層と、各画素内に比較的細線で形成されるゲート電極層、などの電極層を作り分ける。先にゲート配線層や容量配線層などの太い線幅を有する導電層を、絶縁層間に埋め込むように形成することにより、断線等がなく信頼性の高い、かつ低抵抗なゲート配線層、容量配線層を形成することができる。

【0056】

図1、図2のように、絶縁層を先に選択的に形成し、その間に導電層を形成してもよいが、液滴吐出法を用いる場合、絶縁層を形成するための絶縁層有する組成物と、導電層を形成するための導電性材料を含む組成物を同時に吐出してもよい。同時に組成物を吐出することで、お互いがお互いの隔壁として機能するので、横に広がることなく、パターンが制御よく形成できる。その場合、それぞれの吐出口は、その形成する領域に応じて、選択すればよい。例えば、図2に示すように、絶縁層の方が導電層より広い領域形成する場合は、絶縁層を吐出するノズルの吐出口は、導電層を吐出するノズルの吐出口より大きなものを用いるとよい。また図13に示すように、絶縁層の形成領域が比較的広範囲な場合、まず、導電層を縁取るようにその周囲に同時に描画し、その後、残りの領域に絶縁層を吐出して形成することができる。図13においては、ゲート配電層103、容量配線層104を縁取るように絶縁層102a、102b、102cの一部分が同時に形成される。次に、図14に示すように、絶縁層102b、102cの残りの部分が液滴吐出法により形成される。図14における残りの部分の絶縁層は導電層のパターンより比較的広範囲なので、大きな径のノズルの吐出口を用いるとスループットを向上する事ができる。このように、所定の物質のパターンの構成によって、吐出口の大きさや、描画回数を設計することによって、スループットを向上することができる。

【0057】

このゲート配電層103、容量配線層104の形成は、液滴吐出手段を用いて行う。液滴吐出手段とは、組成物の吐出口を有するノズルや、1つ又は複数のノズルを具備したヘッド等の液滴を吐出する手段を有するものの総称とする。液滴吐出手段が具備するノズルの径は、0.02~100 μm （好適には30 μm 以下）に設定し、該ノズルから吐出される組成物の吐出量は0.001pl~100pl（好適には0.1pl以上40pl以下、より好ましくは10pl以下）に設定する。吐出量は、ノズルの径の大きさに比例して増加する。また、被処理物とノズルの吐出口との距離は、所望の箇所に滴下するために、出来る限り近づけておくことが好ましく、好適には0.1~3mm（好適には1mm以下）程度に設定する。

【0058】

吐出口から吐出する組成物は、導電性材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いる。導電性材料とは、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属

、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀の微粒子又は分散性ナノ粒子に相当する。また、透明導電膜として用いられるインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム錫酸化物と酸化珪素からなるITSO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、窒化チタン等に相当する。但し、吐出口から吐出する組成物は、比抵抗値を考慮して、金、銀、銅のいずれかの材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることが好適であり、より好適には、低抵抗な銀、銅を用いるとよい。但し、銀、銅を用いる場合には、不純物対策のため、合わせてバリア膜を設けるとよい。バリア膜としては、窒化珪素膜やニッケルボロン(NiB)を用いることができる。

【0059】

また、導電性材料の周りに他の導電性材料がコーティングされ、複数の層になっている粒子でも良い。例えば、銅の周りにニッケルボロン(NiB)がコーティングされ、その周囲に銀がコーティングされている3層構造の粒子などを用いても良い。溶媒は、酢酸ブチル、酢酸エチル等のエステル類、イソプロピルアルコール、エチルアルコール等のアルコール類、メチルエチルケトン、アセトン等の有機溶剤等を用いる。組成物の粘度は20cP以下が好適であり、これは、乾燥が起こることを防止したり、吐出口から組成物を円滑に吐出できるようにしたりするためである。また、組成物の表面張力は、40mN/m以下が好適である。但し、用いる溶媒や、用途に合わせて、組成物の粘度等は適宜調整するとよい。一例として、ITOや、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～20mPa·s、銀を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～20mPa·s、金を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は5～20mPa·sに設定するとよい。

【0060】

また、導電層は、複数の導電性材料を積層しても良い。また、始めに導電性材料として銀を用いて、液滴吐出法で導電層を形成した後、銅などでめっきを行ってもよい。めっきは電気めっきや化学(無電界)めっき法で行えばよい。めっきは、めっきの材料を有する溶液を満たした容器に基板表面を浸してもよいが、基板を斜め(または垂直)に立てて設置し、めっきする材料を有する溶液を、基板表面に流すように塗布してもよい。基板を立てて溶液を塗布するようにめっきを行うと、工程装置が小型化する利点がある。

【0061】

各ノズルの径や所望のパターン形状などに依存するが、ノズルの目詰まり防止や高精細なパターンの作製のため、導電体の粒子の径はなるべく小さい方が好ましく、好適には粒径0.1μm以下が好ましい。組成物は、電解法、アトマイズ法又は湿式還元法等の公知の方法で形成されるものであり、その粒子サイズは、一般的に約0.01～10μmである。但し、ガス中蒸発法で形成すると、分散剤で保護されたナノ分子は約7nmと微細であり、またこのナノ粒子は、被覆剤を用いて各粒子の表面を覆うと、溶剤中に凝集がなく、室温で安定に分散し、液体とほぼ同じ挙動を示す。従って、被覆剤を用いることが好ましい。

【0062】

組成物を吐出する工程は、減圧下で行うと、組成物を吐出して被処理物に着弾するまでの間に、該組成物の溶媒が揮発し、後の乾燥と焼成の工程を省略することができる。また、減圧下で行うと、導電体の表面に酸化膜などが形成されないため好ましい。また、組成物を吐出後、乾燥と焼成の一方又は両方の工程を行う。乾燥と焼成の工程は、両工程とも加熱処理の工程であるが、例えば、乾燥は100度で3分間、焼成は200～350度で15分間～30分間で行うもので、その目的、温度と時間が異なるものである。乾燥の工程、焼成の工程は、常圧下又は減圧下で、レーザ光の照射や瞬間熱アニール、加熱炉などにより行う。なお、この加熱処理を行うタイミングは特に限定されない。乾燥と焼成の工程を良好に行うためには、基板を加熱しておいてもよく、そのときの温度は、基板等の材質に依存するが、一般的には100～800度(好ましくは200～350度)とする。本工程により、組成物中の溶媒の揮発、又は化学的に分散剤を除去するとともに、周囲の樹脂が硬化収縮することで、ナノ粒子間を接触させ、融合と融着を加速する。

【0063】

レーザ光の照射は、連続発振またはパルス発振の気体レーザ又は固体レーザを用いれば良い。前者の気体レーザとしては、エキシマレーザ、YAGレーザ等が挙げられ、後者の固体レーザとしては、Cr、Nd等がドーピングされたYAG、YVO₄等の結晶を使ったレーザ等が挙げられる。なお、レーザ光の吸収率の関係から、連続発振のレーザを用いることが好ましい。また、パルス発振と連続発振を組み合わせた所謂ハイブリッドのレーザ照射方法を用いてもよい。但し、基板100の耐熱性に依っては、レーザ光の照射による加熱処理は、該基板100が破壊しないように、数マイクロ秒から数十秒の間で瞬間に行うとよい。瞬間熱アニール(RTA)は、不活性ガスの雰囲気下で、紫外光乃至赤外光を照射する赤外ランプやハロゲンランプなどを用いて、急激に温度を上昇させ、数分～数マイクロ秒の間で瞬間に熱を加えて行う。この処理は瞬間に行うために、実質的に最表面の薄膜のみを加熱することができ、下層の膜には影響を与えない。つまり、プラスチック基板等の耐熱性が弱い基板にも影響を与えない。

【0064】

液滴吐出法を用いて形成する導電層の下地前処理として、前述した下地膜101を形成する工程を行ったが、この処理工程は、ゲート配線層103、容量配線層104を形成した後にも行っても良い。

【0065】

また、液滴吐出法により、絶縁層102a、102b、102c、ゲート配線層103、及び容量配線層104を組成物を吐出し形成した後、その平坦性を高めるために表面を圧力によってプレスして平坦化してもよい。プレスの方法としては、ローラー状のものを表面に走査することによって、凹凸をならすように軽減したり、平坦な板状な物で表面を垂直にプレスしてもよい。プレスする時に、加熱工程を行っても良い。また溶剤等によって表面を軟化、または融解させ、エアナイフで表面の凹凸部を除去しても良い。また、CMP法を用いて研磨しても良い。この工程は、液滴吐出法によって凹凸が生じる場合に、その表面の平坦化する場合適用することができる。

【0066】

次に、ゲート電極層105をゲート配線層103に接して形成する(図3参照。)。ゲート電極層105は、ゲート配線層103を形成した後、液滴吐出法によって、吐出口の径が小さなノズルを用いて微細に形成することができる。ゲート配線層103上のゲート電極層105の接する領域に下地前処理として、下地膜101を形成したときのような処理をしてもよい。本実施の形態では、密着性を向上するための処理として、紫外線照射処理を行う。紫外線照射処理後、ゲート電極105を形成する。本発明によりゲート配線の線幅は10～40μm、ゲート電極の線幅は5～20μm、ゲート配線の線幅がゲート電極の線幅の約2倍となるような配線が形成できる。

【0067】

また、ゲート配線層103とゲート電極層105を同時に形成しても良い。その場合、液滴吐出装置のヘッドに径の大きさが異なるノズルを設置し、一回の走査でゲート配線層103とゲート電極層105を同時に形成する。例えば、ゲート配線層103を形成する領域には、径の比較的大きな吐出口のノズルが、ゲート電極層105を形成する領域には、径の比較的小さな吐出口のノズルが設置されたヘッドを走査する。ゲート配線層103を形成する吐出口からは連続的に導電性材料を吐出し、ゲート電極層105を形成する吐出口からは、その形成領域にヘッドが走査された時に、導電性材料を吐出する。このようにしても、線幅の異なるパターンを形成することができ、スループットを向上することができる。

【0068】

次に、導電層105の上にゲート絶縁膜116を形成する(図3参照。)。ゲート絶縁膜116としては、珪素の酸化物材料又は窒化物材料等の公知の材料で形成すればよく、積層でも単層でもよい。本実施の形態では、窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化珪素膜3層の積層を用いる。またそれらや、酸化窒化珪素膜の単層、2層からなる積層でも良い。好適

には、緻密な膜質を有する窒化珪素膜を用いるとよい。また、液滴吐出法で形成される導電層に銀や銅などを用いる場合、その上にバリア膜として窒化珪素膜やN_iB膜を形成すると、不純物の拡散を防ぎ、表面を平坦化する効果がある。なお、低い成膜温度でゲートリーケ電流に少ない緻密な絶縁膜を形成するには、アルゴンなどの希ガス元素を反応ガスに含ませ、形成される絶縁膜中に混入させると良い。

【0069】

次に半導体層を形成する。一導電性型を有する半導体層は必要に応じて形成すればよい。本実施の形態では、半導体層106と一導電型を有する半導体層としてN型半導体層107を積層する（図4参照。）。またN型半導体層を形成し、Nチャネル型TFTのN MOS構造、P型半導体層を形成したPチャネル型TFTのPMOS構造、Nチャネル型TFTとPチャネル型TFTとのCMOS構造を作製することができる。また、導電性を付与するために、導電性を付与する元素をドーピングによって添加し、不純物領域を半導体層に形成することで、Nチャネル型TFT、Pチャネル型TFTを形成することもできる。

【0070】

半導体層は公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により成膜すればよい。半導体層の材料に限定はないが、好ましくはシリコン又はシリコングルマニウム（SiGe）合金などで形成すると良い。

【0071】

半導体層は、アモルファス半導体（代表的には水素化アモルファスシリコン）、結晶性半導体（代表的にはポリシリコン）を素材として用いている。ポリシリコンには、800℃以上のプロセス温度を経て形成される多結晶シリコンを主材料として用いた所謂高温ポリシリコンや、600℃以下のプロセス温度で形成される多結晶シリコンを主材料として用いた所謂低温ポリシリコン、また結晶化を促進する元素などを添加し結晶化させた結晶シリコンなどを含んでいる。

【0072】

また、他の物質として、セミアモルファス半導体又は半導体層の一部に結晶相を含む半導体を用いることもできる。セミアモルファス半導体とは、非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造の半導体であり、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質なものである。典型的にはシリコンを主成分として含み、格子歪みを伴って、ラマンスペクトルが520cm⁻¹よりも低波数側にシフトしている半導体層である。また、未結合手（ダングリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。ここでは、このような半導体をセミアモルファス半導体（以下「SAS」と呼ぶ。）と呼ぶ。このSASは所謂微結晶（マイクロクリスタル）半導体（代表的には微結晶シリコン）とも呼ばれている。

【0073】

このSASは珪化物気体をグロー放電分解（プラズマCVD）することにより得ることができる。代表的な珪化物気体としては、SiH₄であり、その他にもSi₂H₆、SiH₂C₁₂、SiHC₁₃、SiC₁₄、SiF₄などを用いることができる。また、GeF₄、F₂を混合してもよい。この珪化物気体を水素、若しくは水素とヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種又は複数種の希ガス元素で希釈して用いることでSASの形成を容易なものとすることができる。珪化物気体に対する水素の希釈率は、例えば流量比で2倍～1000倍とすることが好ましい。勿論、グロー放電分解によるSASの形成は、減圧下で行うことが好ましいが、大気圧における放電を利用しても形成することができる。代表的には、0.1Pa～133Paの圧力範囲で行えれば良い。グロー放電を形成するための電源周波数は1MHz～120MHz、好ましくは13MHz～60MHzである。高周波電力は適宜設定すれば良い。基板加熱温度は300℃以下が好ましく、100～200℃の基板加熱温度でも形成可能である。ここで、主に成膜時に取り込まれる不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分に由来する不純物は1×10²⁰cm⁻³

以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下となるようにすることが好ましい。また、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで安定性が増し良好なSAS層が得られる。また半導体層としてフッ素系ガスより形成されるSAS層に水素系ガスより形成されるSAS層を積層してもよい。

【0074】

半導体層に、結晶性半導体層を用いる場合、その結晶性半導体層の作製方法は、公知の方法（レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの結晶化を助長する元素を用いた熱結晶化法等）を用いれば良い。結晶化を助長する元素を導入しない場合は、非晶質珪素膜にレーザ光を照射する前に、窒素雰囲気下 500°C で1時間加熱することによって非晶質珪素膜の含有水素濃度を $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にまで放出させる。これは水素を多く含んだ非晶質珪素膜にレーザ光を照射すると膜が破壊されてしまうからである。

【0075】

非晶質半導体層への金属元素の導入の仕方としては、当該金属元素を非晶質半導体層の表面又はその内部に存在させ得る手法であれば特に限定ではなく、例えばスパッタ法、CVD法、プラズマ処理法（プラズマCVD法も含む）、吸着法、金属塩の溶液を塗布する方法を使用することができる。このうち溶液を用いる方法は簡便であり、金属元素の濃度調整が容易であるという点で有用である。また、このとき非晶質半導体層の表面の濡れ性を改善し、非晶質半導体層の表面全体に水溶液を行き渡らせるため、酸素雰囲気中のUV光の照射、熱酸化法、ヒドロキシラジカルを含むオゾン水又は過酸化水素による処理等により、酸化膜を成膜することが望ましい。

【0076】

非晶質半導体層の結晶化は、熱処理とレーザ光照射による結晶化を組み合わせてもよく、熱処理やレーザ光照射を単独で、複数回行っても良い。

【0077】

また、結晶性半導体層を、直接基板に線状プラズマ法により形成しても良い。また、線状プラズマ法を用いて、結晶性半導体層を選択的に基板に形成してもよい。

【0078】

半導体として、有機材料を用いる有機半導体を用いてもよい。有機半導体としては、低分子材料、高分子材料などが用いられ、有機色素、導電性高分子材料などの材料も用いることが出来る。

【0079】

本実施の形態では、半導体として、非晶質半導体を用いる。半導体層106を形成し、その後、プラズマCVD法等により一導電型を有する半導体層としてN型半導体層107を形成する。

【0080】

続いて、レジストやポリイミド等の絶縁体からなるをマスクを用いて、半導体層106、N型半導体層107を同時にパターン加工する（図4参照。）。マスクは組成物を選択的に吐出して形成することができる。マスクは、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂等の樹脂材料を用いる。また、ベンゾシクロブテン、パリレン、フレア、透過性を有するポリイミドなどの有機材料、シロキサン系ポリマー等の重合によってできた化合物材料、水溶性ホモポリマーと水溶性共重合体を含む組成物材料等を用いて液滴吐出法で形成する。或いは、感光剤を含む市販のレジスト材料を用いてもよく、例えば、代表的なポジ型レジストである、ノボラック樹脂と感光剤であるナフトキノンジアジド化合物、ネガ型レジストであるベース樹脂、ジフェニルシランジオール及び酸発生剤などを用いてもよい。いずれの材料を用いるとしても、その表面張力と粘度は、溶媒の濃度を調整したり、界面活性剤等を加えたりして適宜調整する。

【0081】

導電性材料を含む組成物を吐出して、ソース、ドレイン電極層130、108を形成し、該ソース、ドレイン電極層130、108をマスクとして、半導体層106及びN型半導体層107をパターン加工して、半導体層107を露出させる（図5参照。）。なお、図示しないが、ソース、ドレイン電極層を形成する前に、ソース、ドレイン電極層が形成する領域に選択的にTiO_x膜などを形成する、前述の下地前処理工程を行っても良い。そうすると、導電層は密着性よく形成できる。この処理工程は、導電層を形成した後にも行っても良い。この工程により、層間の密着性が向上するため、液晶表示装置の信頼性も向上することができる。

【0082】

次に、第2の絶縁層となる絶縁層120を選択的に形成し、その間を埋めるようにソース配線層109、導電層110を液滴吐出法によって形成する（図6参照。）。絶縁層120は、ソース配線層109形成領域の他に、ソース、ドレイン電極層108と画素電極層111とを接続するための導電層110を形成するため、ソース、ドレイン電極層108上に開口部を有するように形成される。この絶縁層120とソース配線層109、導電層110とを形成する工程も、前述した絶縁層102a、102b、102cと、ゲート配線層103、容量配線層104とを形成したときと同様に形成することができる。よって、先に絶縁層120を選択的に形成し、ソース配線層109、導電層110を後に形成する事もできるし、同時に形成することもできる。ソース配線層109、導電層110はソース、ドレイン電極層130、108とそれぞれ接して形成するため、その形成領域に前述のように下地前処理を行っても良い。導電層110はソース、ドレイン電極層108と画素電極層111とに接し、電気的に接続する機能を持つため、導電層110の形成後にも下地前処理を行い、その上に画素電極層111を形成することが好ましい。

【0083】

ソース、ドレイン電極層130、108、ソース配線層109、導電層110を形成する導電性材料としては、Ag（銀）、Au（金）、Cu（銅）、W（タンゲステン）、Al（アルミニウム）等の金属の粒子を主成分とした組成物を用いることができる。また、透光性を有するインジウム錫酸化物（ITO）、インジウム錫酸化物と酸化珪素からなるITSO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、窒化チタンなどを組み合わせても良い。

【0084】

絶縁層120は、酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸窒化アルミニウムその他の無機絶縁性材料、又はアクリル酸、メタクリル酸及びこれらの誘導体、又はポリイミド(polyimide)、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール(polybenzimidazole)などの耐熱性高分子、又はシロキサン系材料を出発材料として形成された珪素、酸素、水素からなる化合物のうちSi-O-Si結合を含む無機シロキサン、珪素上の水素がメチルやフェニルのような有機基によって置換された有機シロキサン系の絶縁材料で形成することができる。アクリル、ポリイミド等の感光性、非感光性の材料を用いて形成してもよい。

【0085】

また、液滴吐出法により、絶縁層120、ソース配線層109導電層110を組成物を吐出し形成した後、その平坦性を高めるために表面を圧力によってプレスして平坦化してもよい。プレスの方法としては、ローラー状のものを表面に走査することによって、凹凸をならすように軽減したり、平坦な板状な物で表面を垂直にプレスしてもよい。また溶剤等によって表面を軟化、または融解させエアナイフで表面の凹凸部を除去しても良い。また、CMP法を用いて研磨しても良い。この工程は、液滴吐出法によって凹凸が生じる場合に、その表面の平坦化する場合適用することができる。この工程により平坦性が向上すると、液晶表示パネルの表示ムラなどを防止することができ、高繊細な画像を表示することができる。

【0086】

続いて、導電層110と接するように、絶縁層120上に選択的に、導電性材料を含む

組成物を吐出して、画素電極層111を形成する（図7参照。）。画素電極層111は、透過型の液晶表示パネルを作製する場合には、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化珪素を含むインジウム錡酸化物（ITSO）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化スズ（SnO₂）などを含む組成物により所定のパターンを形成し、焼成によって形成しても良い。

【0087】

また、好ましくは、スパッタリング法によりインジウム錡酸化物（ITO）、酸化珪素を含むインジウム錡酸化物（ITSO）、酸化亜鉛（ZnO）などで形成する。より好ましくは、ITOに酸化珪素が2～10重量%含まれたターゲットを用いてスパッタリング法で酸化珪素を含む酸化インジウムスズを用いる。この他、酸化珪素を含み酸化インジウムに2～20%の酸化亜鉛（ZnO）を混合した酸化物導電性材料を用いても良い。スパッタリング法で画素電極層111を形成した後は、液滴吐出法を用いてマスク層を形成しエッチングにより、所望のパターンに形成すれば良い。本実施の形態では、画素電極層111は、透光性を有する導電性材料により液滴吐出法を用いて形成し、具体的には、インジウム錡酸化物、ITOと酸化珪素から構成されるITSOを用いて形成する。

【0088】

また、反射型の液晶表示パネルを作製する場合には、Ag（銀）、Au（金）、Cu（銅）、W（タンクステン）、Al（アルミニウム）等の金属の粒子を主成分とした組成物を用いることができる。他の方法としては、スパッタリング法により透明導電膜若しくは光反射性の導電膜を形成して、液滴吐出法によりマスクパターンを形成し、エッチング加工を組み合わせて画素電極層111を形成しても良い。

【0089】

画素電極層111は、その表面が平坦化されるように、CMP法、ポリビニルアルコール系の多孔質体で拭净し、研磨しても良い。またCMP法を用いた研磨後に、第1の電極106の表面に紫外線照射、酸素プラズマ処理などを行ってもよい。

【0090】

以上の工程により、基板100上にボトムゲート型（逆スタガ型ともいう。）のTFTと画素電極が接続された液晶表示パネル用のTFT基板100が完成する。また本実施の形態のTFTはチャネルエッチ型である。

【0091】

次に、図9に示すように、画素電極層111を覆うように、印刷法やスピンドルコート法により、配向膜と呼ばれる絶縁体層131を形成する。図9の（A）は図1乃至7で示した上面図の線A-A'による断面図であり、（B）は、線B-B'による断面図であり、液晶表示パネルの完成図である。なお、絶縁体層131は、スクリーン印刷法やオフセット印刷法を用いれば、選択的に形成することができる。その後、ラビングを行う。続いて、シール材を液滴吐出法により画素を形成した周辺の領域に形成する（図示せず。）。

【0092】

その後、配向膜として機能する絶縁体層133、カラーフィルタとして機能する着色層134、対向電極として機能する導電体層135、偏光板136が設けられた対向基板140とTFT基板100とをスペーサを介して貼り合わせ、その空隙に液晶層を設けることにより液晶表示パネルを作製することができる（図9参照。）。シール材にはフィラーが混入されていても良く、さらに対向基板140には、遮蔽膜（ブラックマトリクス）などが形成されていても良い。なお、液晶層を形成する方法として、ディスペンサ式（滴下式）や、対向基板140を貼り合わせてから毛細管現象を用いて液晶を注入するディップ式（汲み上げ式）を用いることができる。

【0093】

ディスペンサ方式を採用した液晶滴下注入法を図18を用いて説明する。図18において、180はCPU、181はコントローラ、182は撮像手段、183はヘッド、184は液晶、185、191はマーカー、186はバリア層、187はシール材、188はTFT基板、190は対向基板である。シール材187で閉ループを形成し、その中にヘッド183より液晶184を1回若しくは複数回滴下する。そのとき、シール材187と

液晶 184 とが反応することを防ぐため、バリア層 186 を設ける。続いて、真空中で基板を貼り合わせ、その後紫外線硬化を行って、液晶が充填された状態とする。

【0094】

以上の工程で形成された画素部と外部の配線基板を接続するために接続部を形成する。大気圧又は大気圧近傍下で、酸素ガスを用いたアッシング処理により、接続部の絶縁体層を除去する。この処理は、酸素ガスと、水素、 CF_4 、 NF_3 、 H_2O 、 CHF_3 から選択された一つ又は複数とを用いて行う。本工程では、静電気による損傷や破壊を防止するために対向基板を用いて封止した後に、アッシング処理を行っているが、静電気による影響が少ない場合には、どのタイミングで行っても構わない。

【0095】

続いて、異方性導電体層を介して、ゲート配線層 103 が電気的に接続するように、接続用の配線基板を設ける。配線基板は、外部からの信号や電位を伝達する役目を担う。上記工程を経て、チャネルエッチ型のスイッチング用 TFT と容量素子を含む液晶表示パネルが完成する。容量素子は、容量配線層 104 とゲート絶縁層 116、絶縁層 120 と画素電極層 111 とで形成される。

【0096】

本実施の形態では、スイッチング TFT はシングルゲート構造を示したが、ダブルゲート構造などのマルチゲート構造でもよい。図 12 にダブルゲート構造のスイッチング TFT 1200 を有する液晶表示装置の上面図を示す。

【0097】

以上示したように、本実施の形態では、フォトマスクを利用した光露光工程を用いないことにより、工程を省略することができる。また、液滴吐出法を用いて基板上に直接的に各種のパターンを形成することにより、1辺が 1000 mm を超える第 5 世代以降のガラス基板を用いても、容易に液晶表示パネルを製造することができる。

【0098】

また、密着性が向上した信頼性の高い液晶表示パネルを作製することができる。

【0099】

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態として、図 8 を用いて説明する。本実施の形態は、実施の形態 1において、薄膜トランジスタとしてチャネル保護型の薄膜トランジスタを用いるものである。よって、同一部分又は同様な機能を有する部分の繰り返しの説明は省略する。なお、図 8 は、図 9 の (B) のチャネルエッチ型の薄膜トランジスタとの断面図と対応している。

【0100】

基板 100 上に、絶縁層 102c を形成し、導電性材料を含む組成物を液滴吐出法により吐出して、ゲート配線層 103、容量配線層 104 を形成する。ゲート配線層と接するようにゲート電極層 105 を、液滴吐出法により形成する。次に、プラズマ CVD 法やスパッタリング法を用いて、ゲート絶縁層 116 を単層又は積層構造で形成する。特に好ましい形態としては、窒化珪素からなる絶縁体層 116a、酸化珪素からなる絶縁体層 116b、窒化珪素からなる絶縁体層 116c の 3 層の積層体がゲート絶縁膜に相当する。さらに、活性層として機能する半導体層 106 まで形成する。以上の工程は第 1 の実施の形態と同様である。

【0101】

半導体層 106 を形成し、チャネル保護膜 141 を形成するため、例えば、プラズマ CVD 法により絶縁膜を形成し、所望の領域に、所望の形状となるようにパターニングする。このとき、ゲート電極をマスクとして基板の裏面から露光することにより、チャネル保護膜 141 を形成することができる。またチャネル保護膜は、液滴吐出法を用いてポリイミド又はポリビニルアルコール等を滴下してもよい。その結果、露光工程を省略することができる。

【0102】

チャネル保護膜としては、無機材料（酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪

素など)、感光性または非感光性の有機材料(有機樹脂材料)(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト、ベンゾシクロブテンなど)、低誘電率であるLow k材料などの一種、もしくは複数種からなる膜、またはこれらの膜の積層などを用いることができる。また、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む材料、もしくは置換基にフッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料を用いてもよい。作製法としては、プラズマCVD法や熱CVD法などの気相成長法やスパッタリング法を用いることができる。また、液滴吐出法や、印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)を用いることもできる。塗布法で得られるTOF膜やSOG膜なども用いることができる。

【0103】

半導体層106、チャネル保護膜141上に、N型半導体層107を形成する。次に、半導体層106、N型半導体層107上に、組成物を選択的に吐出してマスクを形成する。続いて、マスクを利用して、半導体層106とN型半導体層107を同時にエッチングして、半導体層とN型半導体層を形成する。その後、半導体層106上に、導電性材料を含む組成物を吐出して、ソース及びドレイン電極層130、108を形成する。

【0104】

次に、ソース及びドレイン電極層130、108をマスクとして、N型半導体層107をエッチングする。続いて、絶縁層120を選択的に形成し、絶縁層120の開口部を埋めるようにソース配線層109、導電層110を液滴吐出法により形成する。実施の形態1と同様に、絶縁層120、ソース配線層109、導電層110は同時に形成しても良く、その形成前と後に、前述の下地前処理を行っても良い。ソース及びドレイン電極108と、導電層110を介して電気的に接続するように、導電層110に接して導電性材料を含む組成物を吐出して、画素電極層110を形成する。この後、プレス工程を行い、表面を平坦化しても良い。

【0105】

次に、配向膜として機能する絶縁体層131を形成する。続いて、シール材を形成し、該シール材を用いて、基板100と、カラーフィルタ(着色層)134と対向電極135と配向膜133が形成された基板140を貼り合わせる。その後、基板100と基板140の間に液晶層132を形成する。次に、接続端子を貼り付ける領域を大気圧又は大気圧近傍下でエッチングして露出させ、該接続端子を貼り付けたら、表示機能を有する液晶表示パネルを作製することができる(図9参照。)。

【0106】

以上、実施の形態1、及び実施の形態2において逆スタガ型の薄膜トランジスタの例を示したが、本発明は、順スタガ型の薄膜トランジスタにも適用できる。順スタガ型の薄膜トランジスタの場合、ソース配線層がまず絶縁層中に埋め込むように形成され、液滴吐出法によって微細な画素部内のソース及びドレイン電極層がそのソース配線層に接して形成される。これにより、ソース配線層の低抵抗化と、電極層の微細化の両方が、逆スタガ型の薄膜トランジスタと同様、達成できる。

【0107】

(実施の形態3)

実施の形態1、実施の形態2、によって作製される液晶表示パネルにおいて、半導体層をSASで形成することによって、図24で説明したように、走査線側の駆動回路を基板2400上に形成することができる。

【0108】

図19は、 $1 \sim 15 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ の電界効果移動度が得られるSASを使ったnチャネル型のTFTで構成する走査線側駆動回路のブロック図を示している。

【0109】

図19において500で示すブロックが1段分のサンプリングパルスを出力するパルス出力回路に相当し、シフトレジスタはn個のパルス出力回路により構成される。501は

バッファ回路であり、その先に画素502が接続される。

【0110】

図20は、パルス出力回路500の具体的な構成を示したものであり、nチャネル型のTFT601～612で回路が構成されている。このとき、SASを使ったnチャネル型のTFTの動作特性を考慮して、TFTのサイズを決定すれば良い。例えば、チャネル長を $8\mu m$ とすると、チャネル幅は $10\sim80\mu m$ の範囲で設定することができる。

【0111】

また、バッファ回路501の具体的な構成を図21に示す。バッファ回路も同様にnチャネル型のTFT620～636で構成されている。このとき、SASを使ったnチャネル型のTFTの動作特性を考慮して、TFTのサイズを決定すれば良い。例えば、チャネル長を $10\mu m$ とすると、チャネル幅は $10\sim1800\mu m$ の範囲で設定することとなる。

【0112】

このような回路を実現するには、TFT相互を配線によって接続する必要があり、その場合における配線の構成例を図10に示す。図10では、実施の形態1と同様に、ゲート電極層105、ゲート絶縁層116（窒化珪素からなる絶縁体層116a、酸化珪素からなる絶縁体層116b、窒化珪素からなる絶縁体層116cの3層の積層体）、SASで形成される半導体層106、ソース及びドレインを形成するN型半導体層107、ソース及びドレイン配線層130、108が形成された状態を示している。この場合、基板100上には、ゲート電極層105と同じ工程で接続配線層170、171、172を形成しておく。そして、接続配線層170、171、172が露出するようにゲート絶縁層の一部をエッチング加工して、ソース及びドレイン配線層130、108及びそれと同じ工程で形成する接続配線層173により適宜TFTを接続することにより様々な回路を実現することができる。

【0113】

(実施の形態4)

走査線側入力端子部と信号線側入力端子部とに保護ダイオードを設けた一態様について図22、図23を用いて説明する。図23において画素2202にはTFT260が設けられている。このTFTは第1の実施の形態と同様な構成を有している。

【0114】

信号線側入力端子部には、保護ダイオード261と262が設けられている。この保護ダイオードは、TFT261と同様な工程で作製され、ゲートとドレイン若しくはソースの一方とを接続することによりダイオードとして動作させている。図22で示す上面図の等価回路図を図23に示している。

【0115】

保護ダイオード261は、ゲート電極層250、半導体層251、チャネル保護用の絶縁層252、配線層253から成っている。TFT262も同様な構造である。この保護ダイオードと接続する共通電位線254、255はゲート電極層と同じ層で形成している。従って、配線層253と電気的に接続するには、ゲート絶縁層にコンタクトホールを形成する必要がある。

【0116】

ゲート絶縁層へのコンタクトホールは、液滴吐出法によりマスク層を形成し、エッチング加工すれば良い。この場合、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

【0117】

保護ダイオード261若しくは262は、TFT260におけるソース及びドレイン配線層219と同じ層で形成され、それに接続している信号配線層256とソース又はドレン側が接続する構造となっている。

【0118】

走査信号線側の入力端子部も同様な構成である。このように、本発明によれば、入力段

に設けられる保護ダイオードを同時に形成することができる。なお、保護ダイオードを挿入する位置は、本実施の形態のみに限定されず、駆動回路と画素との間に設けることもできる。

【0119】

(実施の形態5)

次に、実施の形態1、実施の形態2によって作製される液晶表示パネルに駆動用のドライバ回路を実装する態様について説明する。

【0120】

まず、COG方式を採用した表示装置について、図24を用いて説明する。基板2400上には、文字や画像などの情報を表示する画素部2401、走査側の駆動回路2403が設けられる。複数の駆動回路が設けられた基板を、矩形状に分断し、分断後の駆動回路（以下ドライバICと表記）2407a、2407bは、基板2400上に実装される。図24は複数のドライバIC2407、該ドライバIC2407の先にテープ2404を実装する形態を示す。また、分割する大きさを画素部の信号線側の辺の長さとほぼ同じにし、単数のドライバICに、該ドライバICの先にテープを実装してもよい。

【0121】

また、TAB方式を採用してもよく、その場合は、複数のテープを貼り付けて、該テープにドライバICを実装すればよい。COG方式の場合と同様に、単数のテープに単数のドライバICを実装してもよく、この場合には、強度の問題から、ドライバICを固定する金属片等と一緒に貼り付けるとよい。

【0122】

これらの液晶表示パネルに実装されるドライバICは、生産性を向上させる観点から、一辺が300mmから1000mm以上の矩形状の基板上に複数個作り込むとよい。

【0123】

つまり、基板上に駆動回路部と入出力端子を一つのユニットとする回路パターンを複数個形成し、最後に分割して取り出せばよい。ドライバICの長辺の長さは、画素部の一辺の長さや画素ピッチを考慮して、長辺が15～80mm、短辺が1～6mmの矩形状に形成してもよいし、画素領域の一辺、又は画素部の一辺と各駆動回路の一辺とを足した長さに形成してもよい。

【0124】

ドライバICのICチップに対する外形寸法の優位性は長辺の長さにあり、長辺が15～80mmで形成されたドライバICを用いると、画素部に対応して実装するのに必要な数がICチップを用いる場合よりも少なくて済み、製造上の歩留まりを向上させることができる。また、ガラス基板上にドライバICを形成すると、母体として用いる基板の形状に限定されないので生産性を損なうことがない。これは、円形のシリコンウエハからICチップを取り出す場合と比較すると、大きな優位点である。

【0125】

図24において、画素領域2401の外側の領域には、駆動回路が形成されたドライバIC2407a、2407bが実装される。これらのドライバIC2407a、2407bは、信号線側の駆動回路である。RGBフルカラーに対応した画素領域を形成するためには、XGAクラスで信号線の本数が3072本必要であり、UXGAクラスでは4800本が必要となる。このような本数で形成された信号線は、画素領域2401の端部で数プロック毎に区分して引出線を形成し、ドライバIC2407a、2407bの出力端子のピッチに合わせて集められる。

【0126】

ドライバICは、基板上に形成された結晶質半導体により形成されることが好適であり、該結晶質半導体は連続発光のレーザ光を照射することで形成されることが好適である。従って、当該レーザ光を発生させる発振器としては、連続発光の固体レーザ又は気体レーザを用いる。連続発光のレーザを用いると、結晶欠陥が少なく、大粒径の多結晶半導体層を用いて、トランジスタを作成することが可能となる。また移動度や応答速度が良好なた

めに高速駆動が可能で、従来よりも素子の動作周波数を向上させることができ、特性パラメータが少ないために高い信頼性を得ることができる。なお、さらなる動作周波数の向上を目的として、トランジスタのチャネル長方向とレーザ光の走査方向と一致させるとよい。これは、連続発光レーザによるレーザ結晶化工程では、トランジスタのチャネル長方向とレーザ光の基板に対する走査方向とが概ね並行（好ましくは $-30^\circ \sim 30^\circ$ ）であるときに、最も高い移動度が得られるためである。なおチャネル長方向とは、チャネル形成領域において、電流が流れる方向、換言すると電荷が移動する方向と一致する。このように作製したトランジスタは、結晶粒がチャネル方向に延在する多結晶半導体層によって構成される活性層を有し、このことは結晶粒界が概ねチャネル方向に沿って形成されていることを意味する。

【0127】

レーザ結晶化を行うには、レーザ光の大幅な絞り込みを行うことが好ましく、そのビームスポットの幅は、ドライバICの短辺の同じ幅の1~3mm程度とすることがよい。また、被照射体に対して、十分に且つ効率的なエネルギー密度を確保するために、レーザ光の照射領域は、線状であることが好ましい。但し、ここでいう線状とは、厳密な意味で線を意味しているのではなく、アスペクト比の大きい長方形もしくは長楕円形を意味する。例えば、アスペクト比が2以上（好ましくは10~1000）のものを指す。このように、レーザ光のビームスポットの幅をドライバICの短辺と同じ長さとすることで、生産性を向上させた表示装置の作製方法を提供することができる。

【0128】

図24では、走査線駆動回路は画素部と共に一体形成し、信号線駆動回路としてドライバICを実装した形態を示した。しかしながら、本発明はこの形態に限定されず、走査線駆動回路及び信号線駆動回路の両方として、ドライバICを実装してもよい。その場合には、走査線側と信号線側で用いるドライバICの仕様を異なるものにするといよい。

【0129】

画素領域24010は、信号線と走査線が交差してマトリクスを形成し、各交差部に対応してトランジスタが配置される。本発明は、画素領域2401に配置されるトランジスタとして、非晶質半導体又はセミアモルファス半導体をチャネル部としたTFTを用いることを特徴とする。非晶質半導体は、プラズマCVD法やスパッタリング法等の方法により形成する。セミアモルファス半導体は、プラズマCVD法で300°C以下の温度で形成することが可能であり、例えば、外寸 $550 \times 650\text{ mm}$ の無アルカリガラス基板であっても、トランジスタを形成するのに必要な膜厚を短時間で形成するという特徴を有する。このような製造技術の特徴は、大画面の表示装置を作製する上で有効である。また、セミアモルファスTFTは、SASでチャネル形成領域を構成することにより $2 \sim 10\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ の電界効果移動度を得ることができる。従って、このTFTを画素のスイッチング用素子や、走査線側の駆動回路を構成する素子として用いることができる。従って、システムオンパネル化を実現した液晶表示パネルを作製することができる。

【0130】

なお、図24では、第3の実施の形態に従い、半導体層をSASで形成したTFTを用いることにより、走査線側駆動回路も基板上に一体形成することを前提として示している。半導体層をASで形成したTFTを用いる場合には、走査線側駆動回路及び信号線側駆動回路の両方をドライバICを実装してもよい。

【0131】

その場合には、走査線側と信号線側で用いるドライバICの仕様を異なるものにすることが好適である。例えば、走査線側のドライバICを構成するトランジスタには30V程度の耐圧が要求されるものの、駆動周波数は100kHz以下であり、比較的高速動作は要求されない。従って、走査線側のドライバを構成するトランジスタのチャネル長(L)は十分大きく設定することが好適である。一方、信号線側のドライバICのトランジスタには、12V程度の耐圧があれば十分であるが、駆動周波数は3Vにて65MHz程度であり、高速動作が要求される。そのため、ドライバを構成するトランジスタのチャネル長

などはミクロンルールで設定することが好適である。

【0132】

ドライバICの実装方法は、特に限定されるものではなく、公知のCOG方法やワイヤボンディング方法、或いはTAB方法を用いることができる。

【0133】

ドライバICの厚さは、対向基板と同じ厚さとすることで、両者の間の高さはほぼ同じものとなり、表示装置全体としての薄型化に寄与する。また、それぞれの基板を同じ材質のもので作製することにより、この表示装置に温度変化が生じても熱応力が発生することなく、TFTで作製された回路の特性を損なうことはない。その他にも、本実施形態で示すようにICチップよりも長尺のドライバICで駆動回路を実装することにより、1つの画素領域に対して、実装されるドライバICの個数を減らすことができる。

【0134】

以上のようにして、液晶表示パネルに駆動回路を組み入れることができる。

【0135】

(実施の形態6)

実施の形態5により作製される液晶表示パネルによって、液晶テレビジョン装置を完成させることができる。図16は液晶テレビジョン装置の主要な構成を示すブロック図を示している。液晶表示パネルには、図27で示すような構成として画素部801のみが形成されて走査線側駆動回路803と信号線側駆動回路802とがTAB方式により実装される場合と、図25に示すような構成として画素部801とその周辺に走査線側駆動回路803と信号線側駆動回路802とがCOG方式により実装される場合と、図24に示すようにSASでTFTを形成し、画素部801と走査線側駆動回路803を基板上に一体形成し信号線側駆動回路802を別途ドライバICとして実装する場合などがあるが、どのような形態としても良い。

【0136】

他の外部回路の構成として、映像信号の入力側では、チューナ804で受信した信号のうち、映像信号を増幅する映像信号増幅回路805と、そこから出力される信号を赤、緑、青の各色に対応した色信号に変換する映像信号処理回路と、その映像信号をドライバICの入力仕様に変換するためのコントロール回路807などからなっている。コントロール回路807は、走査線側と信号線側にそれぞれ信号が outputする。デジタル駆動する場合には、信号線側に信号分割回路808を設け、入力デジタル信号をm個に分割して供給する構成としても良い。

【0137】

チューナ804で受信した信号のうち、音声信号は、音声信号増幅回路809に送られ、その出力は音声信号処理回路810を経てスピーカ813に供給される。制御回路811は受信局(受信周波数)や音量の制御情報を入力部812から受け、チューナ804や音声信号処理回路810に信号を送出する。

【0138】

図26は液晶表示モジュールの一例であり、TFT基板2600と対向基板2601がシール材2602により固着され、その間に画素部2603と液晶層2604が設けられ表示領域を形成している。着色層2605はカラー表示を行う場合に必要であり、RGB方式の場合は、赤、緑、青の各色に対応した着色層が各画素に対応して設けられている。TFT基板2600と対向基板2601の外側には偏光板2606、2607が配設されている。光源は冷陰極管2610と導光板2611により構成され、回路基板2612は、フレキシブル配線基板2609によりTFT基板2600と接続され、コントロール回路や電源回路などの外部回路が組みこまれている。

【0139】

この液晶モジュールを、図15に示すように、筐体2001に組みこんで、液晶テレビジョン装置を完成させることができる。液晶表示モジュールにより主画面2003が形成され、その他付属設備としてスピーカ部2009、操作スイッチなどが備えられている。

このように、本発明により液晶テレビジョン装置を完成させることができる。

【0140】

筐体2001に液晶素子を利用した表示用パネル2002が組みこまれ、受信機2005により一般のテレビ放送の受信をはじめ、モデム2004を介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより一方向（送信者から受信者）又は双方向（送信者と受信者間、又は受信者間同士）の情報通信をすることもできる。液晶テレビジョン装置の操作は、筐体に組みこまれたスイッチ又は別体のリモコン装置2006により行なうことが可能であり、このリモコン装置にも出力する情報を表示する表示部2007が設けられていても良い。

【0141】

また、液晶テレビジョン装置にも、主画面2003の他にサブ画面2008を第2の表示用パネルで形成し、チャネルや音量などを表示する構成が付加されていても良い。主画面2003及びサブ画面2008を主画面2003とサブ画面を低消費電力で表示可能な液晶表示用パネルで形成しても良い。本発明を用いると、このような大型基板を用いて、多くのTFTや電子部品を用いても、信頼性の高い液晶表示装置とすることができる。

【0142】

勿論、本発明はテレビジョン装置に限定されず、パソコン用のモニタをはじめ、鉄道の駅や空港などにおける情報表示盤や、街頭における広告表示盤など特に大面積の表示媒体として様々な用途に適用することができる。

【0143】

(実施の形態7)

本発明を適用して、様々な液晶表示装置を作製することができる。即ち、それら液晶表示装置を表示部に組み込んだ様々な電子機器に本発明を適用できる。

【0144】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、カーステレオ、パソコン用のモニタ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDigital Versatile Disc（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの例を図17に示す。

【0145】

図17（A）は、ノート型パソコン用のモニタであり、本体2101、筐体2102、表示部2103、キーボード2104、外部接続ポート2105、ポインティングマウス2106等を含む。本発明は、表示部2103の作製に適用される。本発明を用いると、小型化し、配線等が精密化しても、信頼性の高い高画質な画像を表示することができる。

【0146】

図17（B）は記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）であり、本体2201、筐体2202、表示部A2203、表示部B2204、記録媒体（DVD等）読み込み部2205、操作キー2206、スピーカー部2207等を含む。表示部A2203は主として画像情報を表示し、表示部B2204は主として文字情報を表示するが、本発明は、これら表示部A、B2203、2204の作製に適用される。本発明を用いると、小型化し、配線等が精密化しても、信頼性の高い高画質な画像を表示することができる。

【0147】

図17（C）は携帯電話であり、本体2301、音声出力部2302、音声入力部2303、表示部2304、操作スイッチ2305、アンテナ2306等を含む。本発明により作製される液晶表示装置を表示部2304に適用することで、小型化し、配線等が精密化する携帯電話であっても、信頼性の高い高画質な画像を表示できる。

【0148】

図17(D)はビデオカメラであり、本体2401、表示部2402、筐体2403、外部接続ポート2404、リモコン受信部2405、受像部2406、バッテリー2407、音声入力部2408、操作キー2409等を含む。本発明は、表示部2402に適用することができる。本発明により作製される液晶表示装置を表示部2304に適用することで、小型化し、配線等が精密化するビデオカメラであっても、信頼性の高い高画質な画像を表示できる。本実施の形態は、上記の実施の形態と自由に組み合わせができる。

○【図面の簡単な説明】

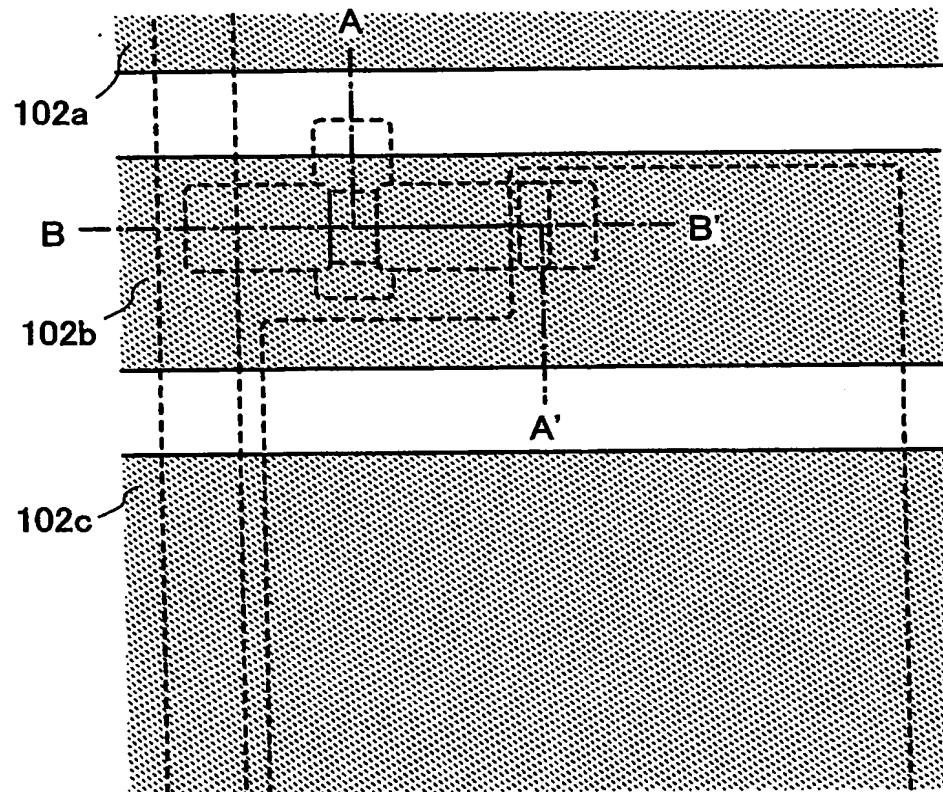
【0149】

- 【図1】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図2】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図3】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図4】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図5】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図6】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図7】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図8】本発明の液晶表示装置の断面図。
- 【図9】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図10】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図11】本発明に適用することのできる液滴吐出装置の構成を説明する図。
- 【図12】本発明の液晶表示装置の上面図。
- 【図13】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図14】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図15】本発明が適用される電子機器を示す図。
- 【図16】本発明の電子機器の主要な構成を示すブロック図。
- 【図17】本発明が適用される電子機器を示す図。
- 【図18】本発明の液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図19】本発明の液晶表示パネルにおいて走査線側駆動回路をTFTで形成する場合の回路構成を説明する図。
- 【図20】本発明の液晶表示パネルにおいて走査線側駆動回路をTFTで形成する場合の回路構成を説明する図(シフトレジスタ回路)。
- 【図21】本発明の液晶表示パネルにおいて走査線側駆動回路をTFTで形成する場合の回路構成を説明する図(バッファ回路)。
- 【図22】本発明の液晶表示パネルを説明する上面図。
- 【図23】図22で説明する液晶表示パネルの等価回路図。
- 【図24】本発明の液晶表示パネルの上面図。
- 【図25】本発明の液晶表示パネルの上面図。
- 【図26】本発明の液晶表示モジュールの構成を説明する図。
- 【図27】本発明の液晶表示パネルの上面図。

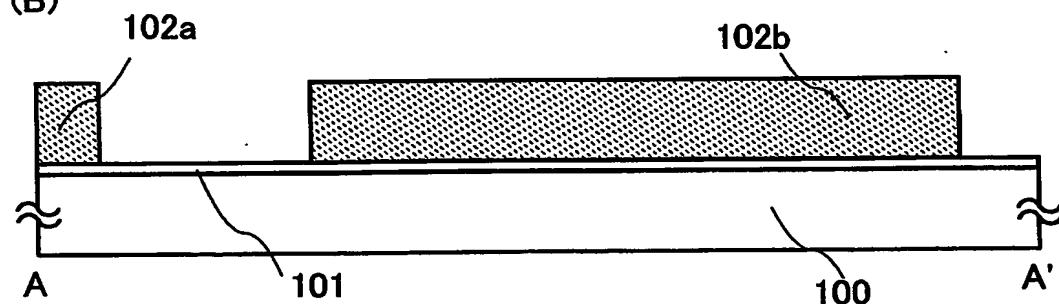
【書類名】図面

【図1】

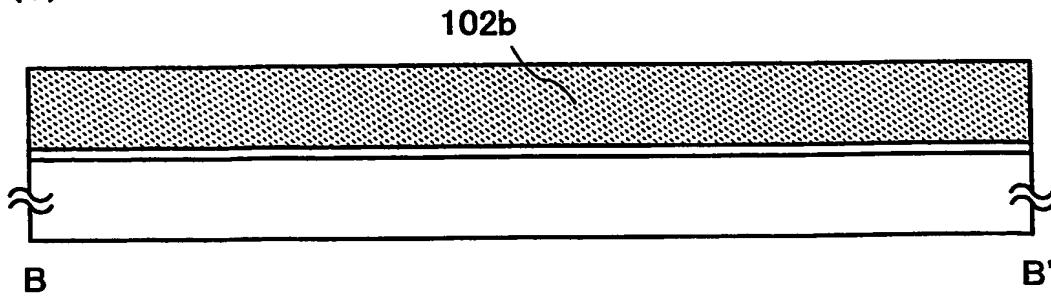
(A)



(B)

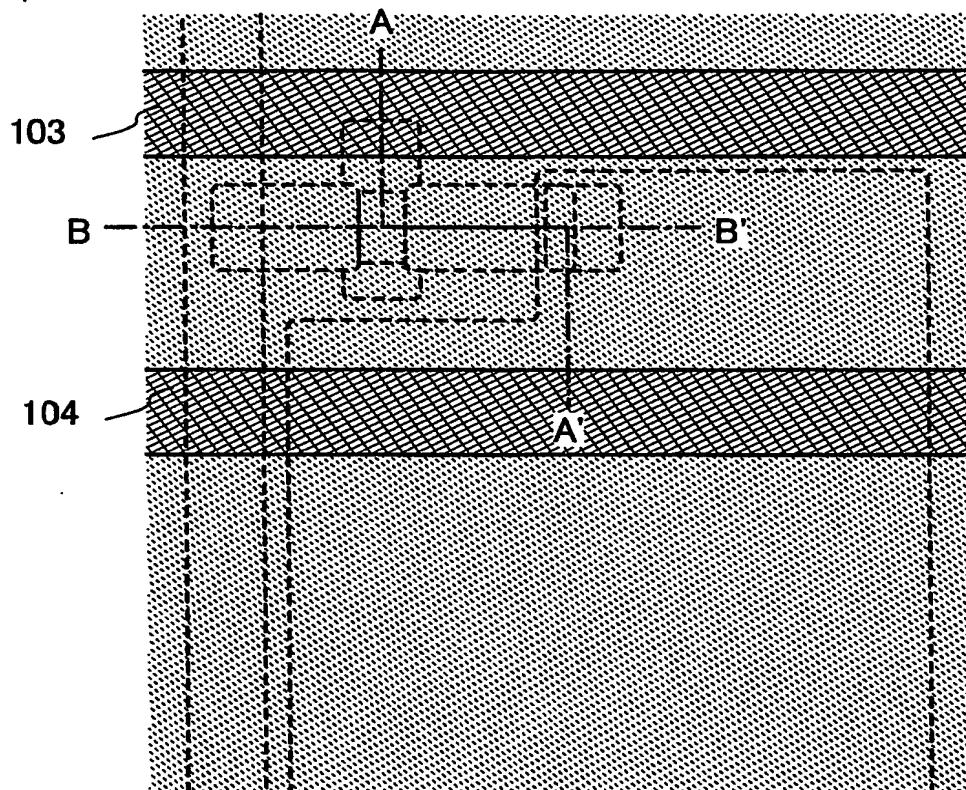


(C)

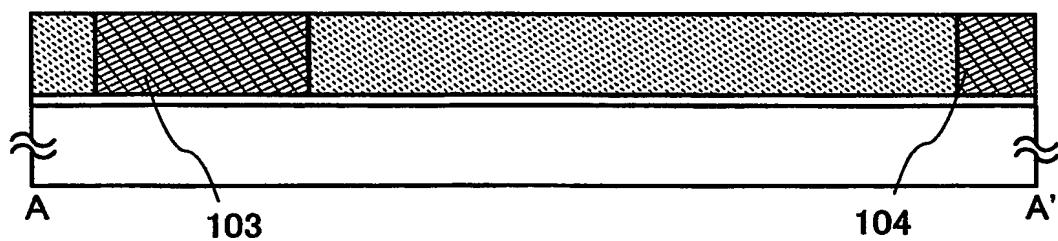


【図2】

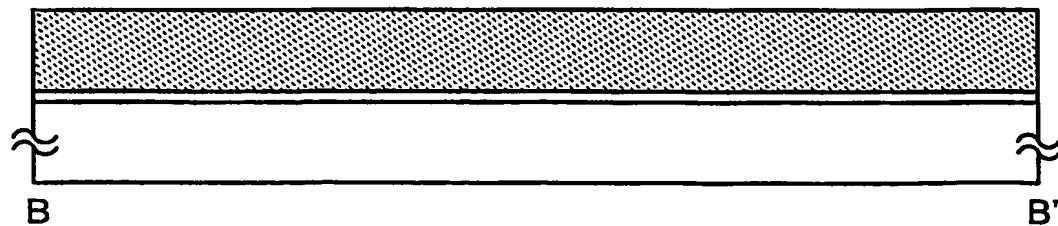
(A)



(B)

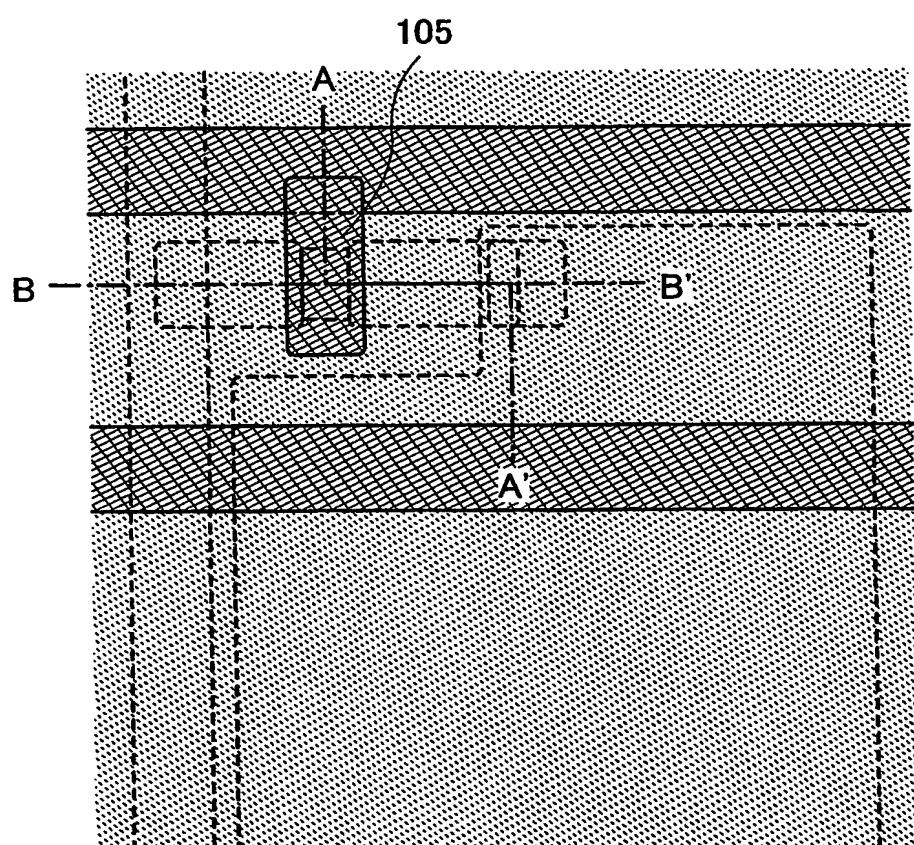


(C)

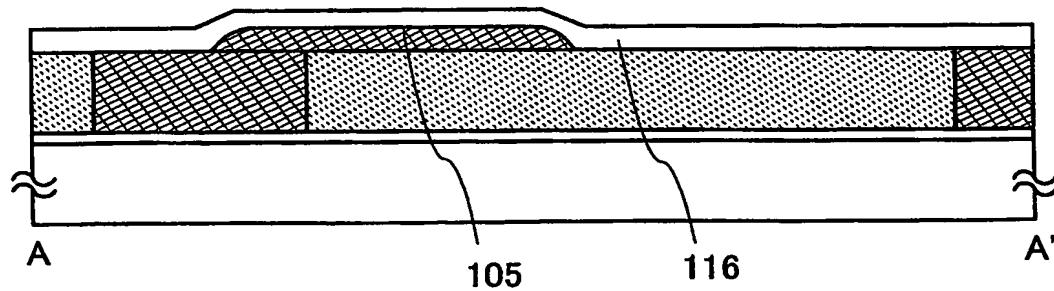


【図 3】

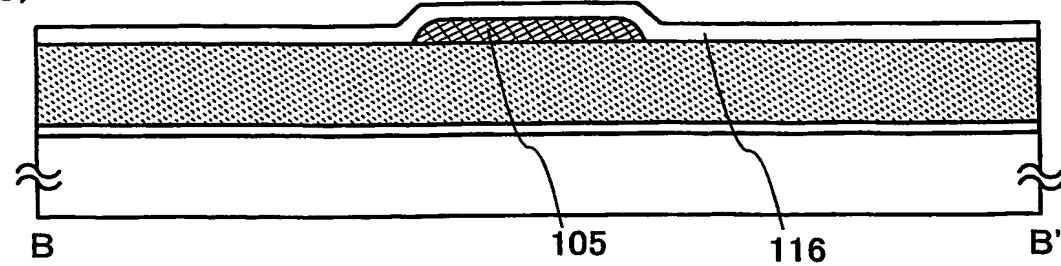
(A)



(B)

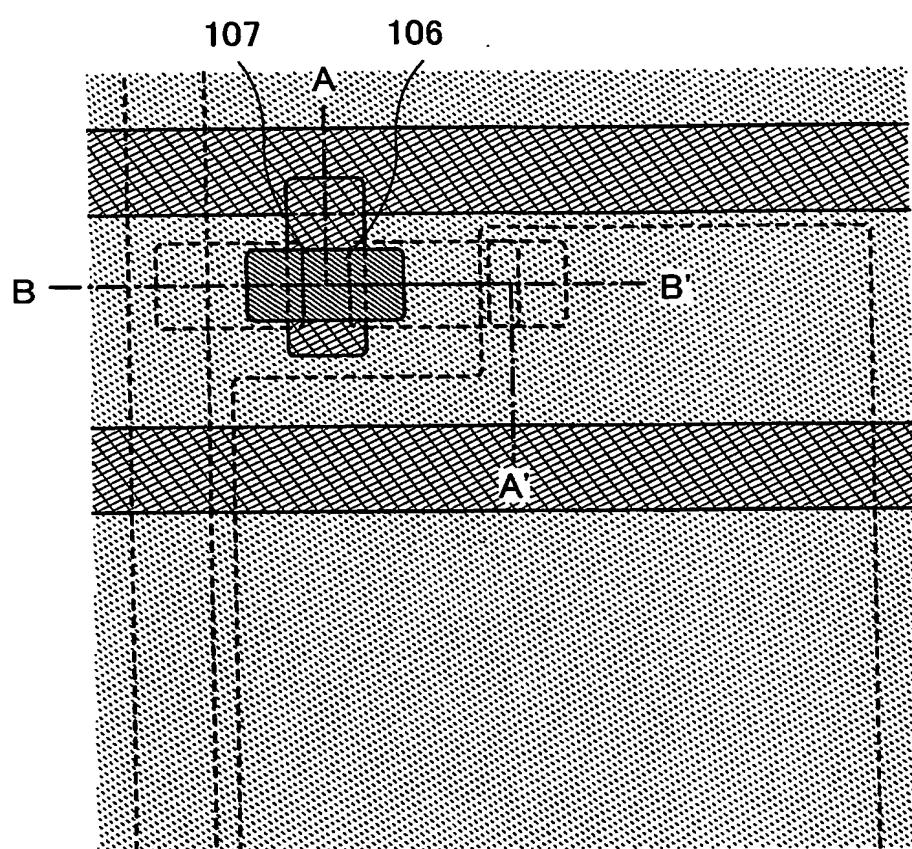


(C)

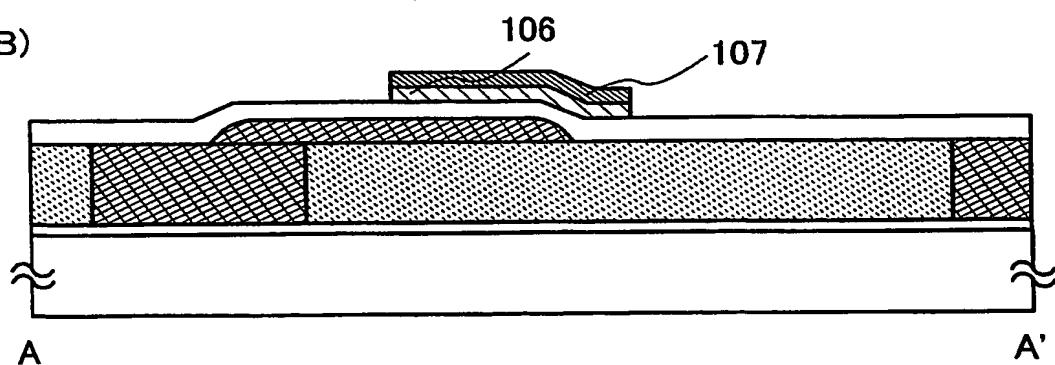


【図 4】

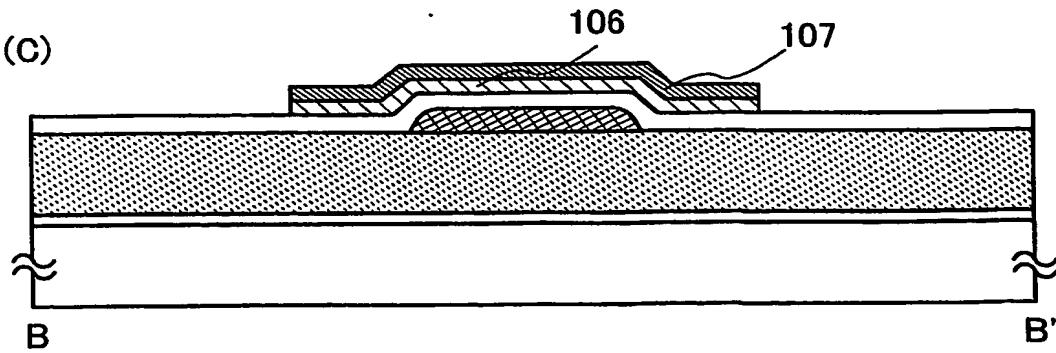
(A)



(B)

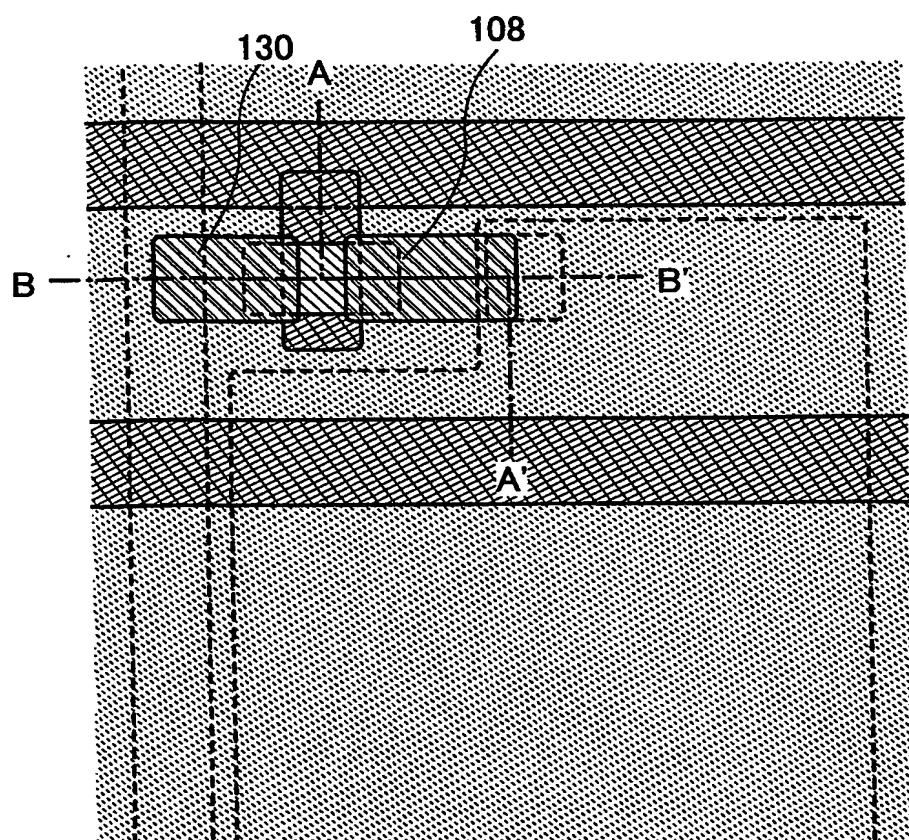


(C)

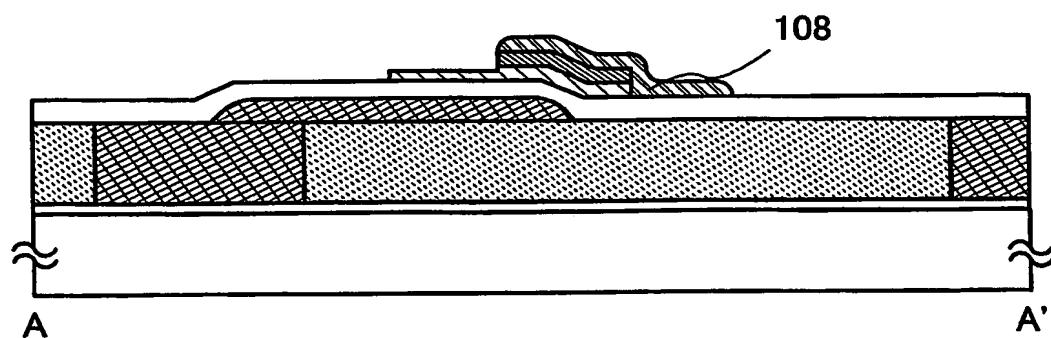


【図 5】

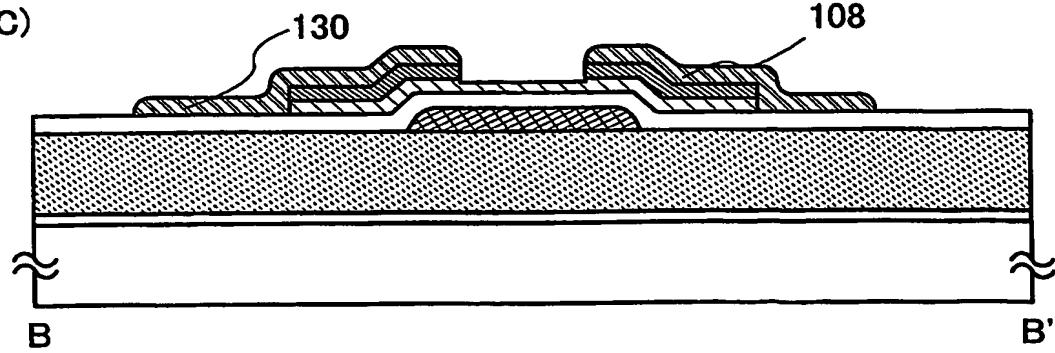
(A)



(B)

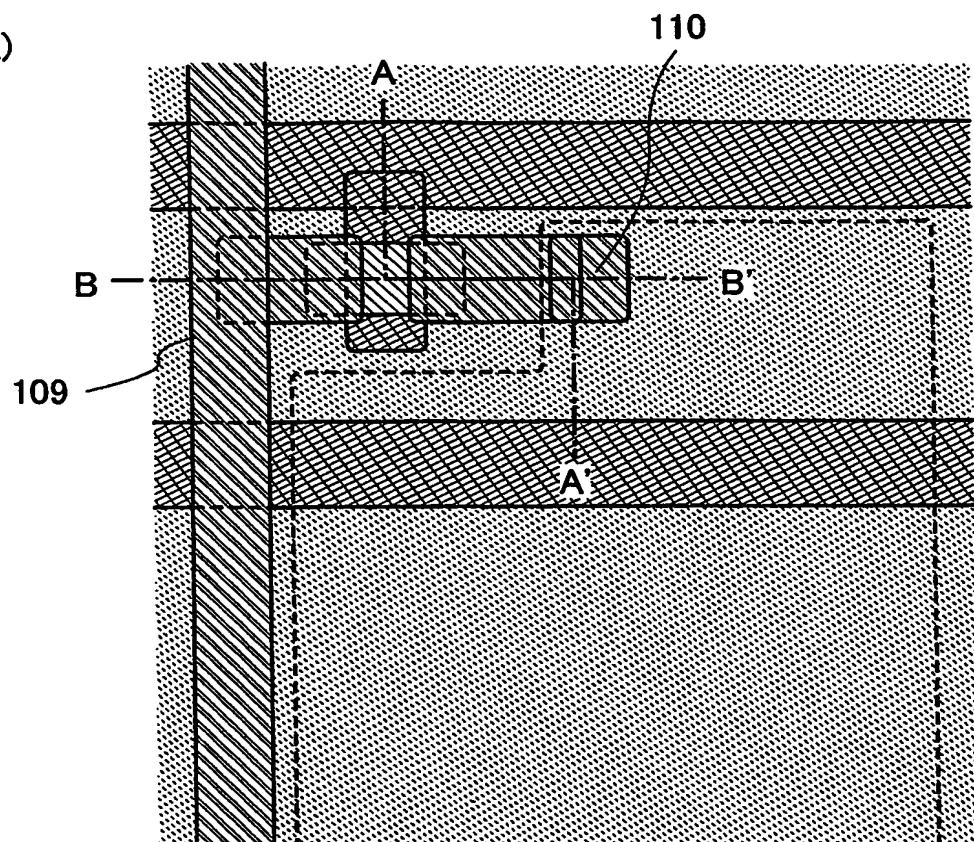


(C)

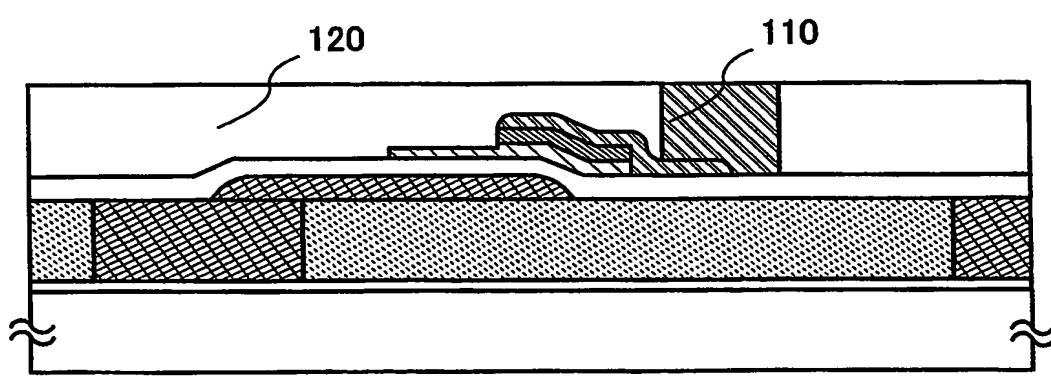


【図6】

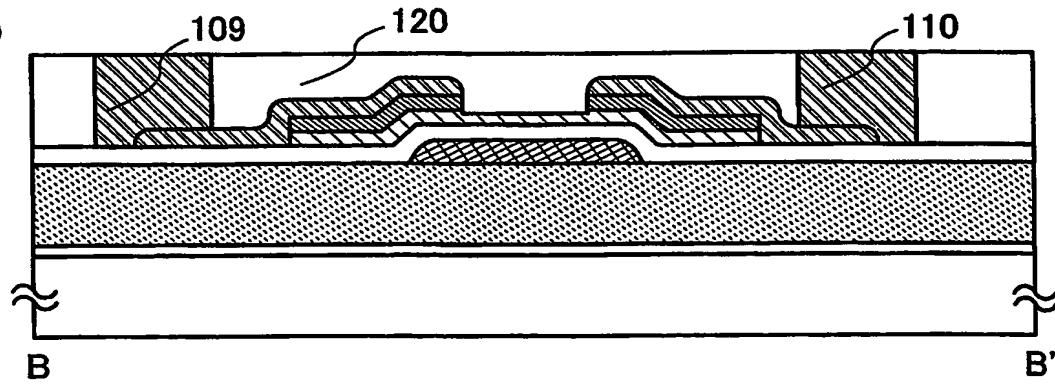
(A)



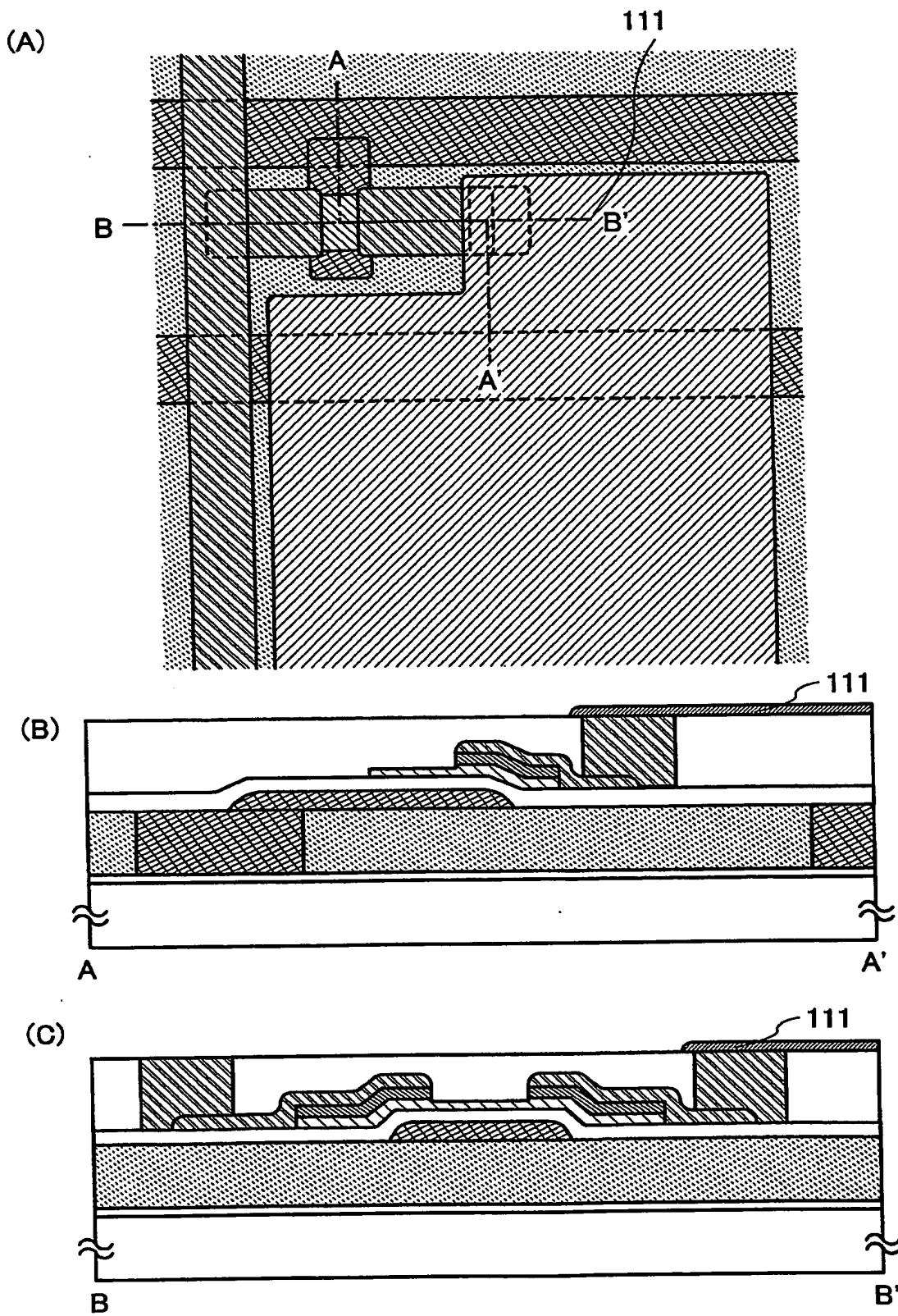
(B)



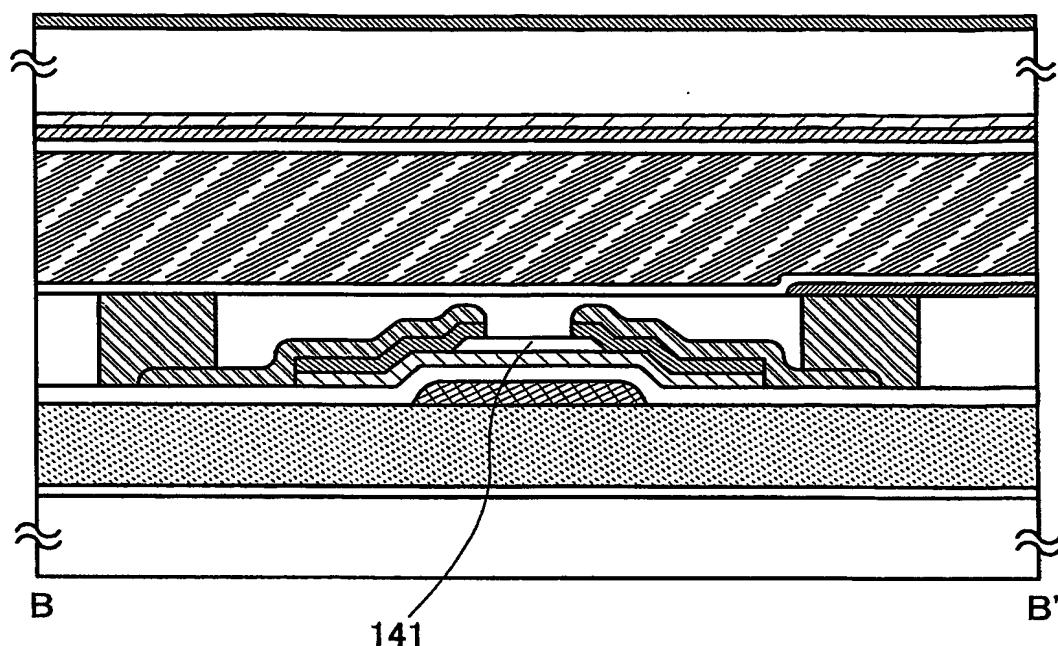
(C)



【図7】

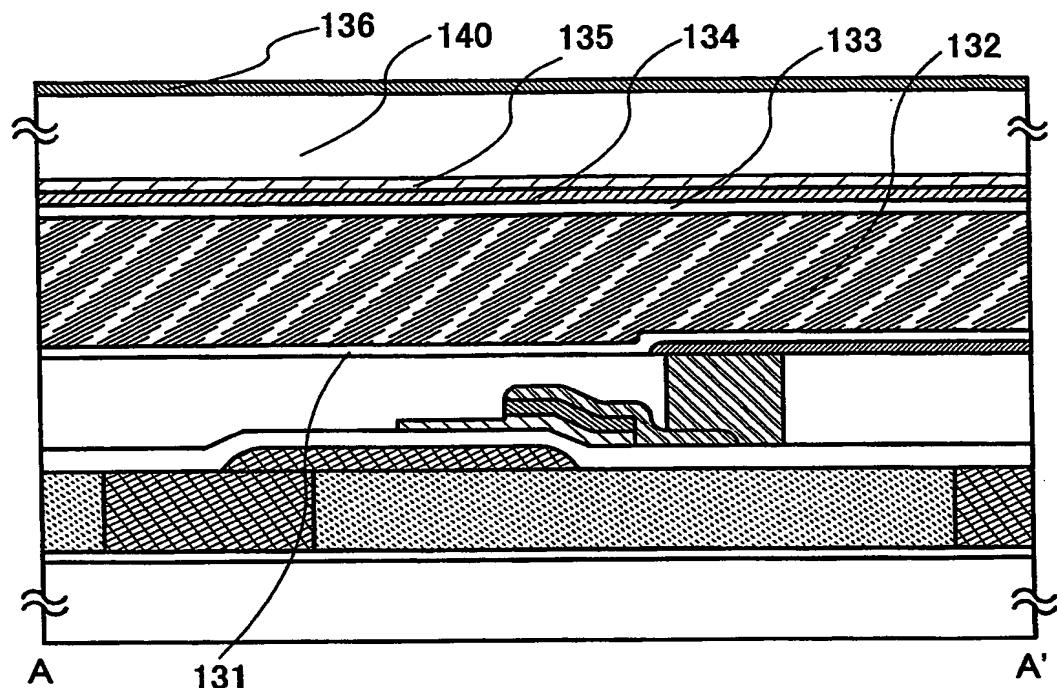


【図8】

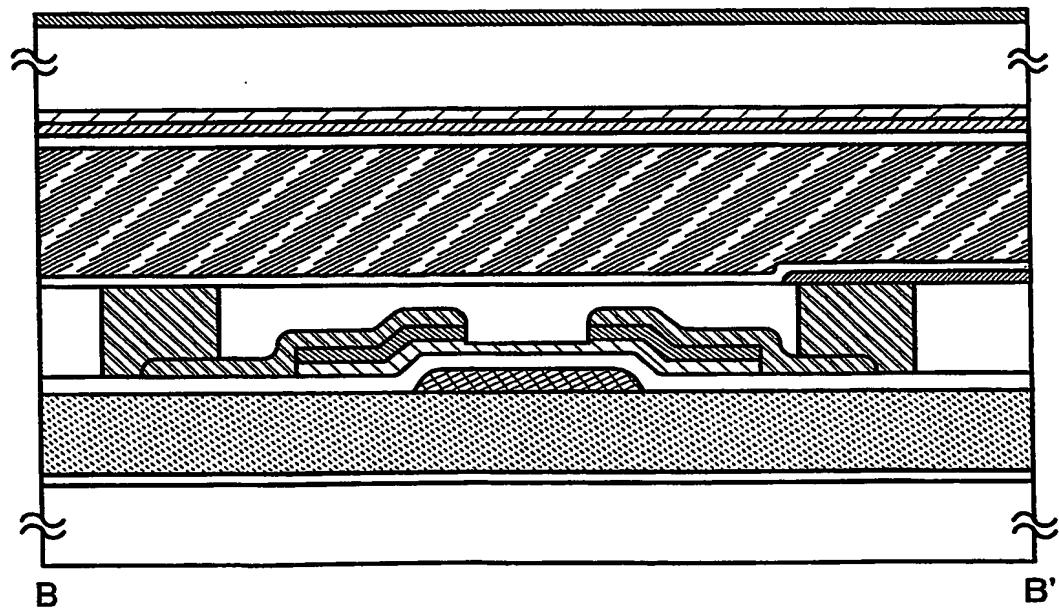


【図9】

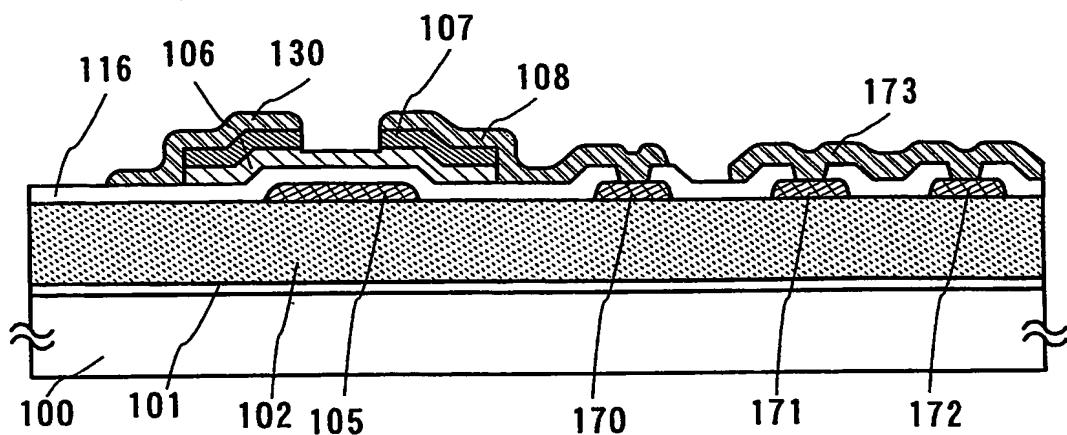
(A)



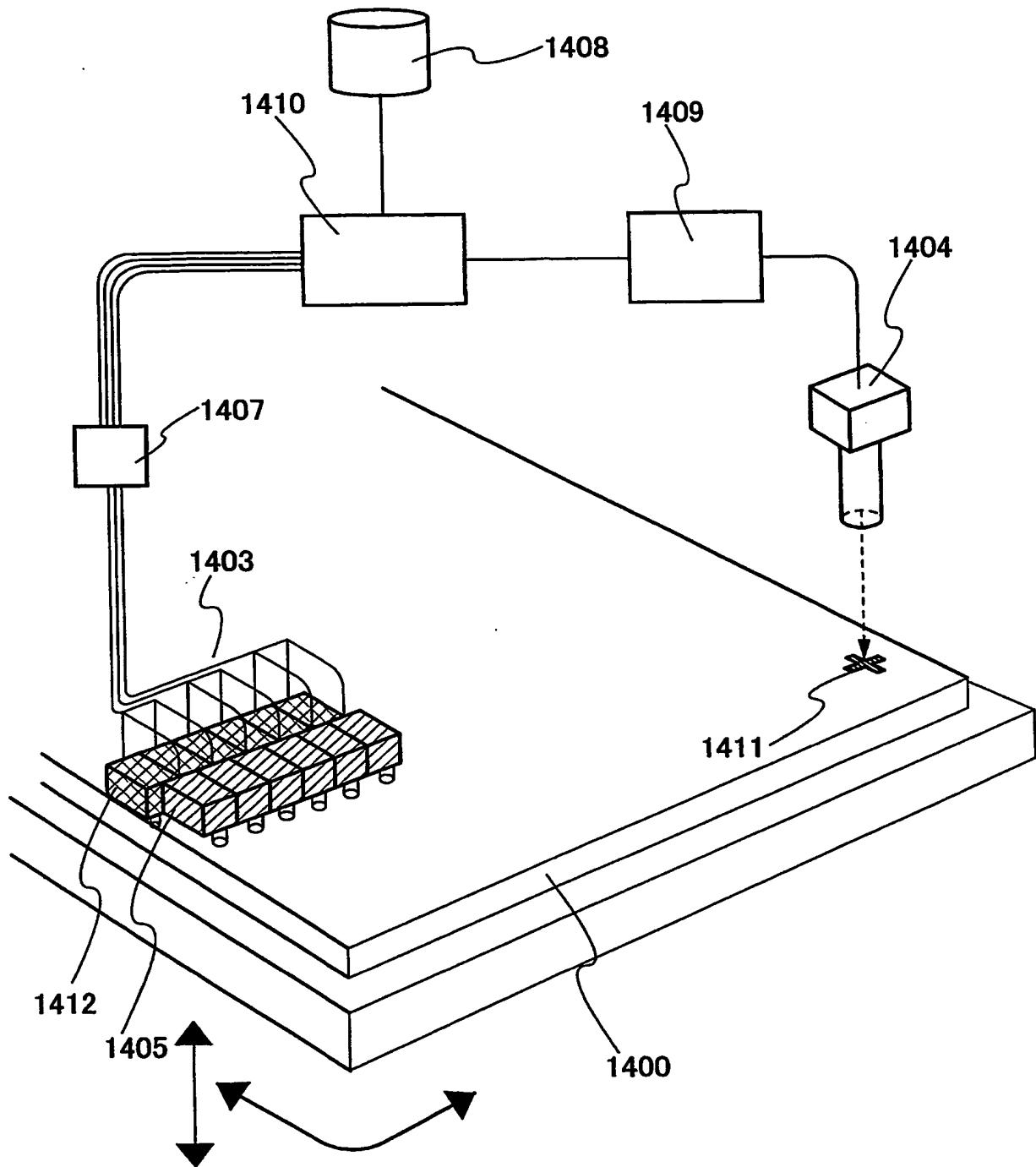
(B)



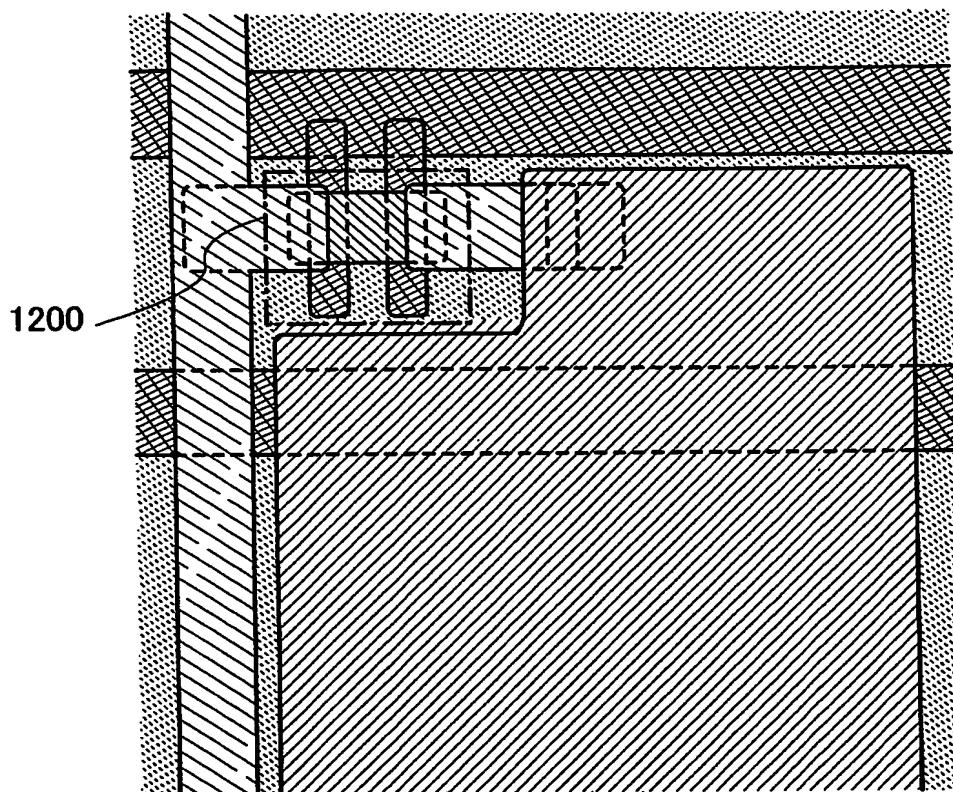
【図10】



【図11】

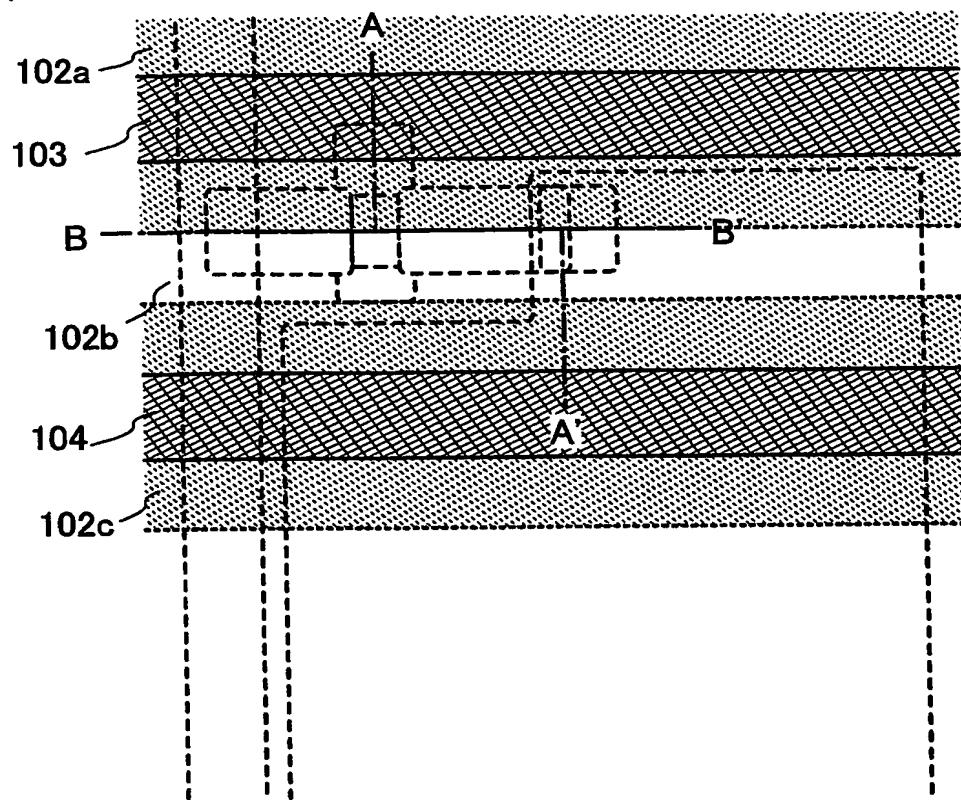


【図12】

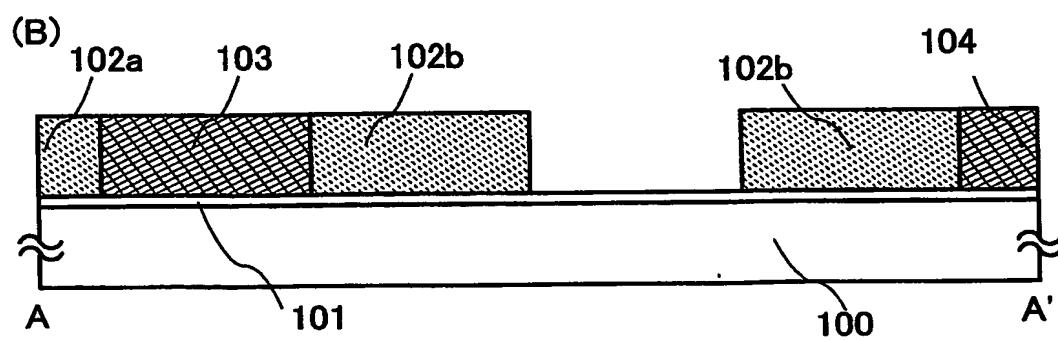


【図13】

(A)

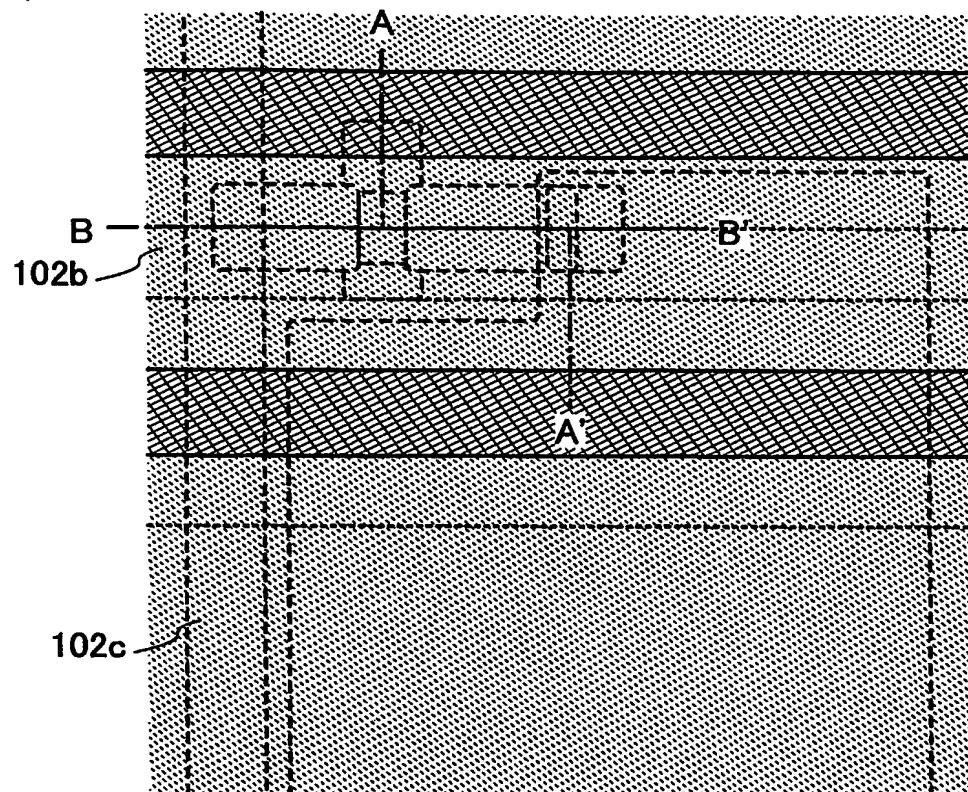


(B)

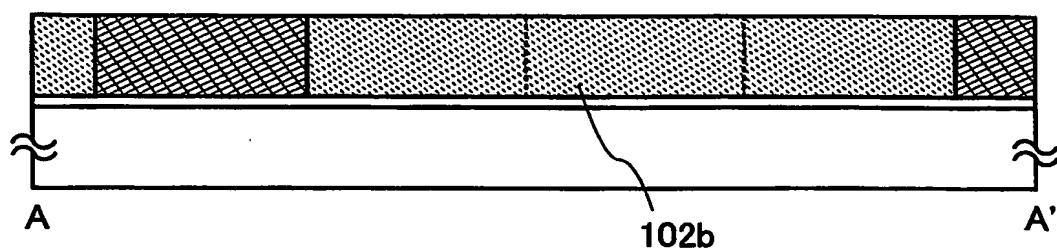


【図14】

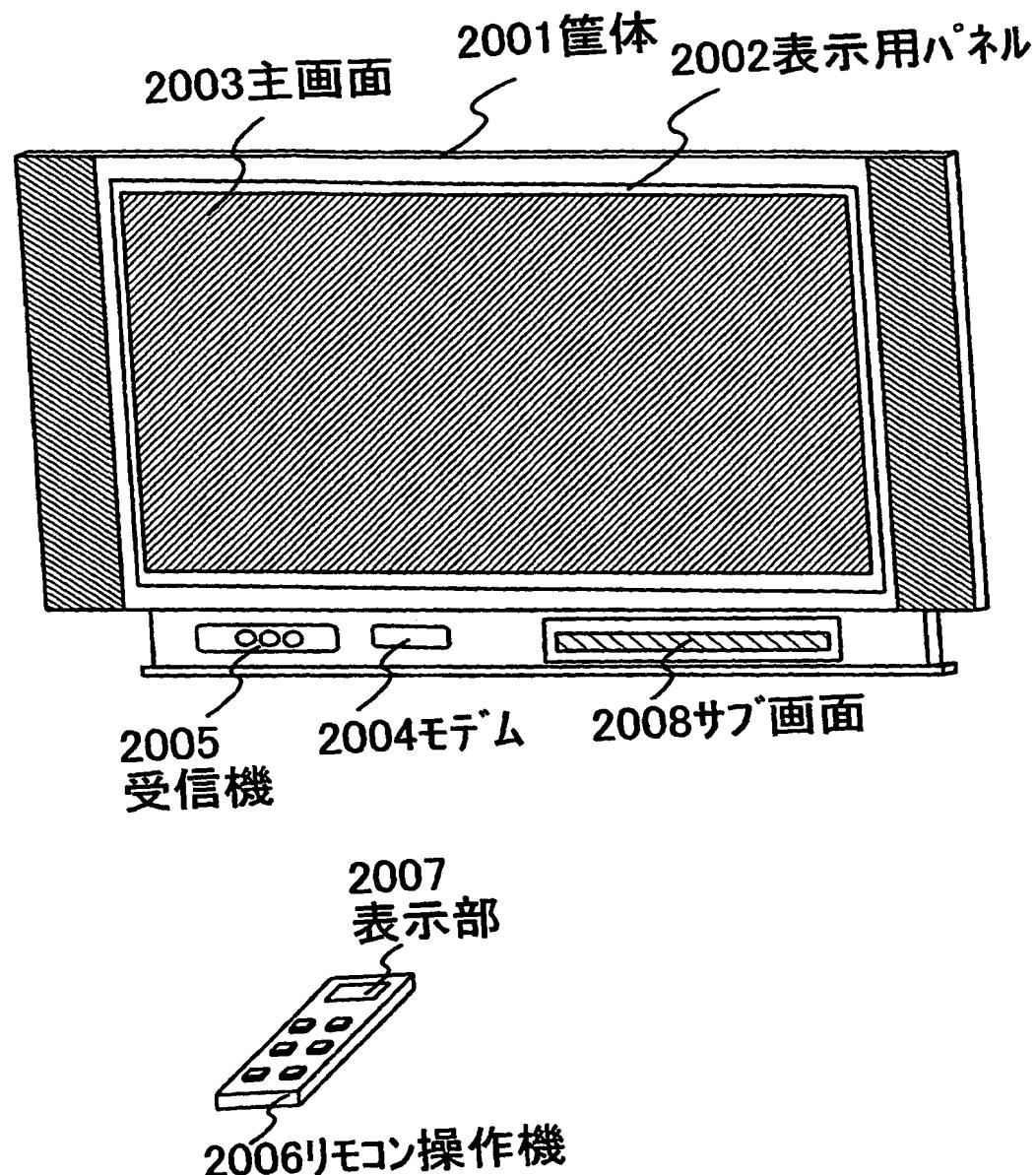
(A)



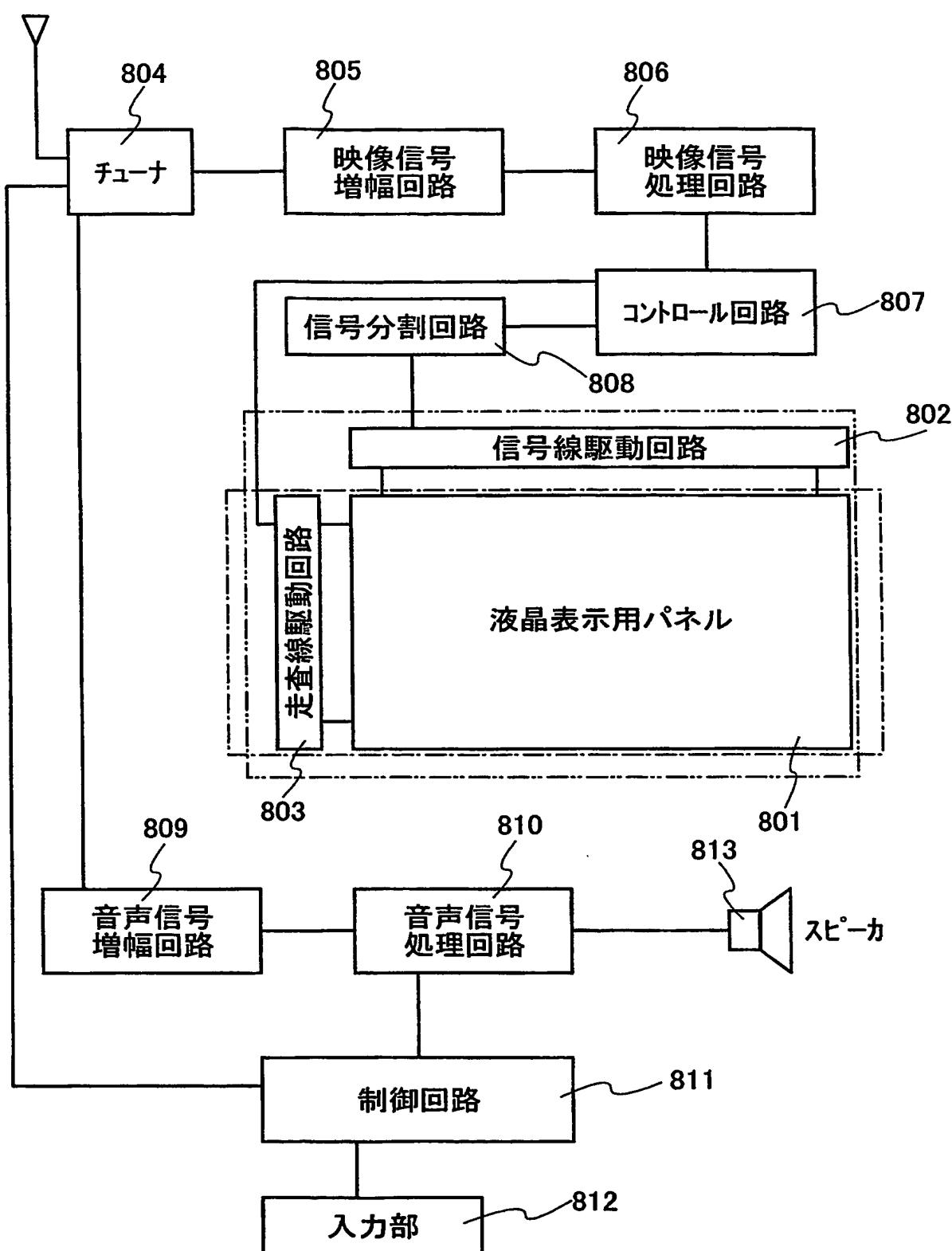
(B)



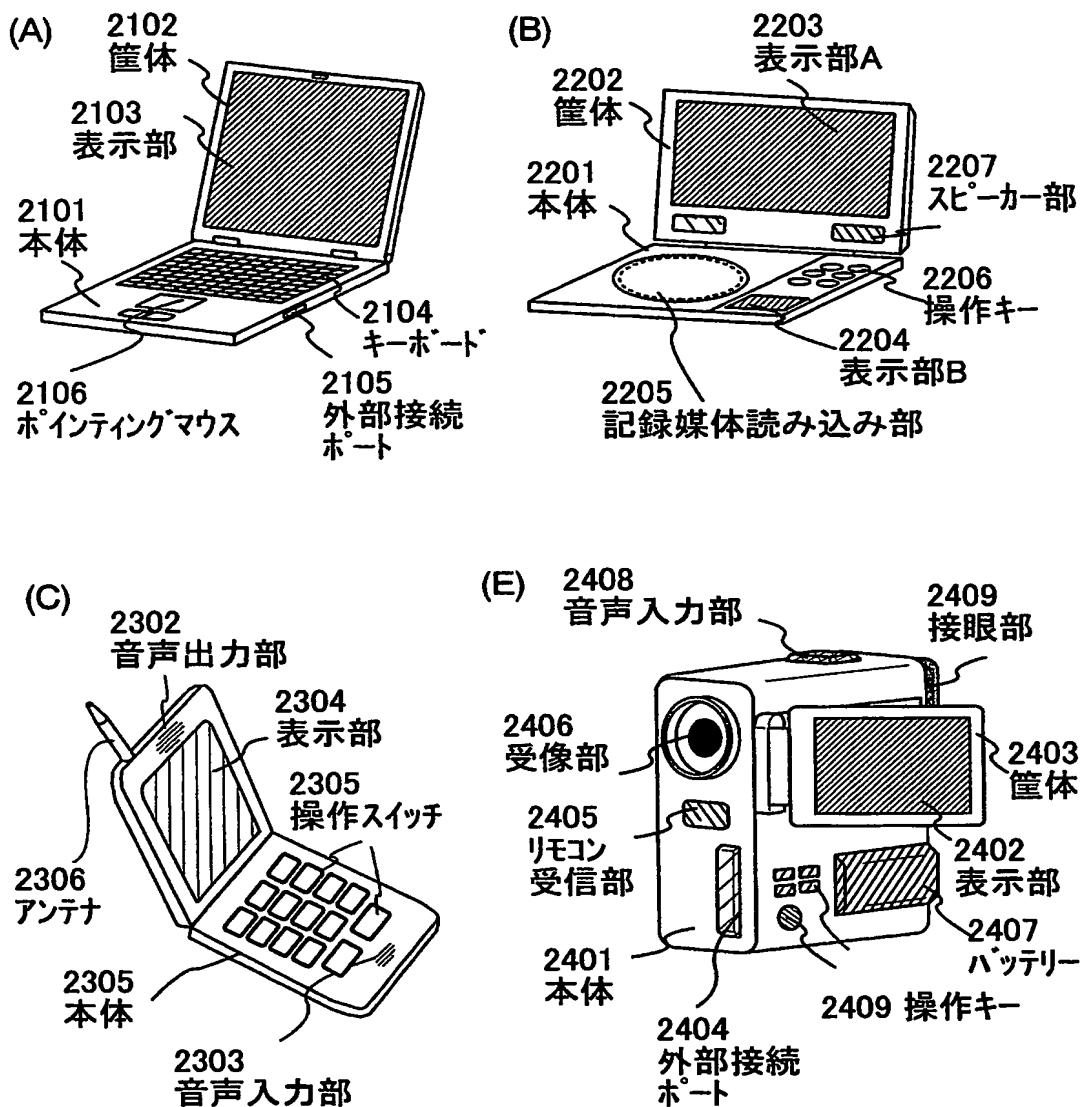
【図15】



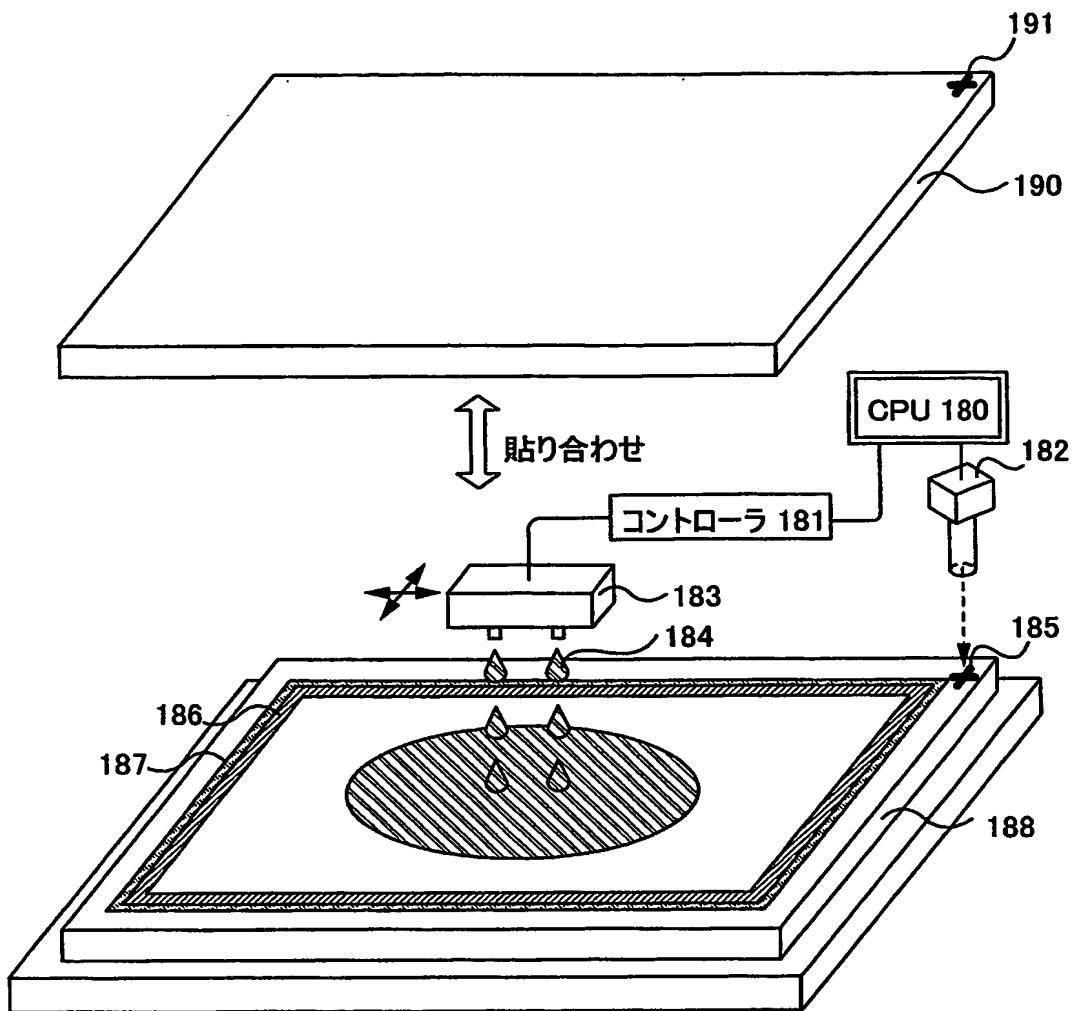
【図16】



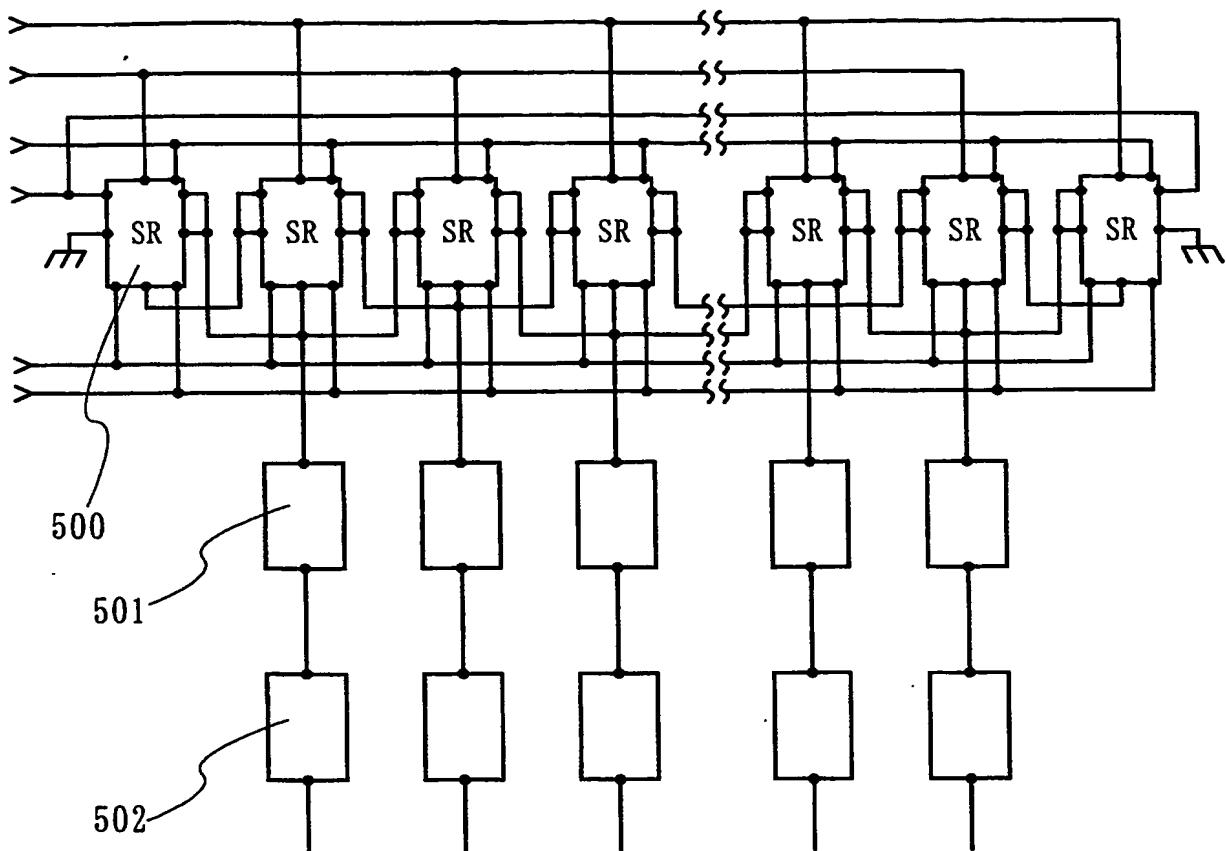
【図17】



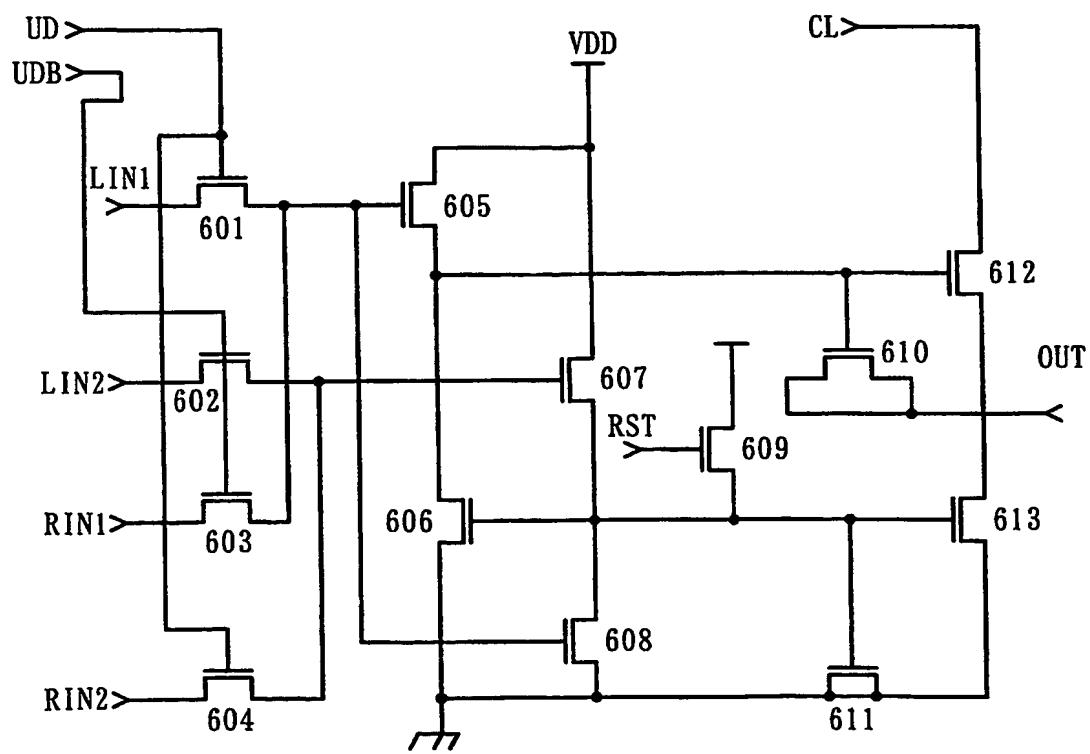
【図18】



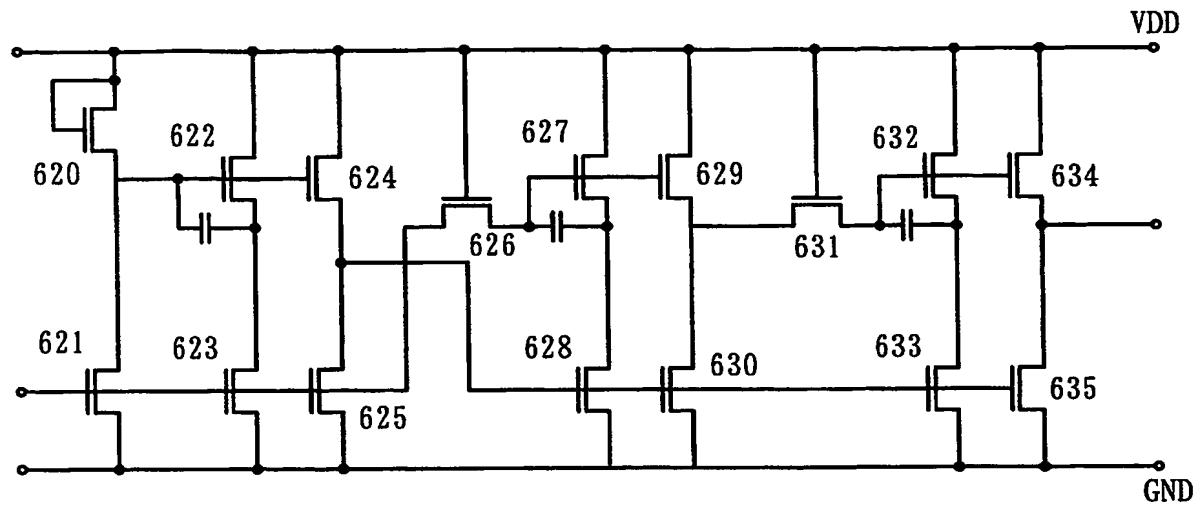
【図19】



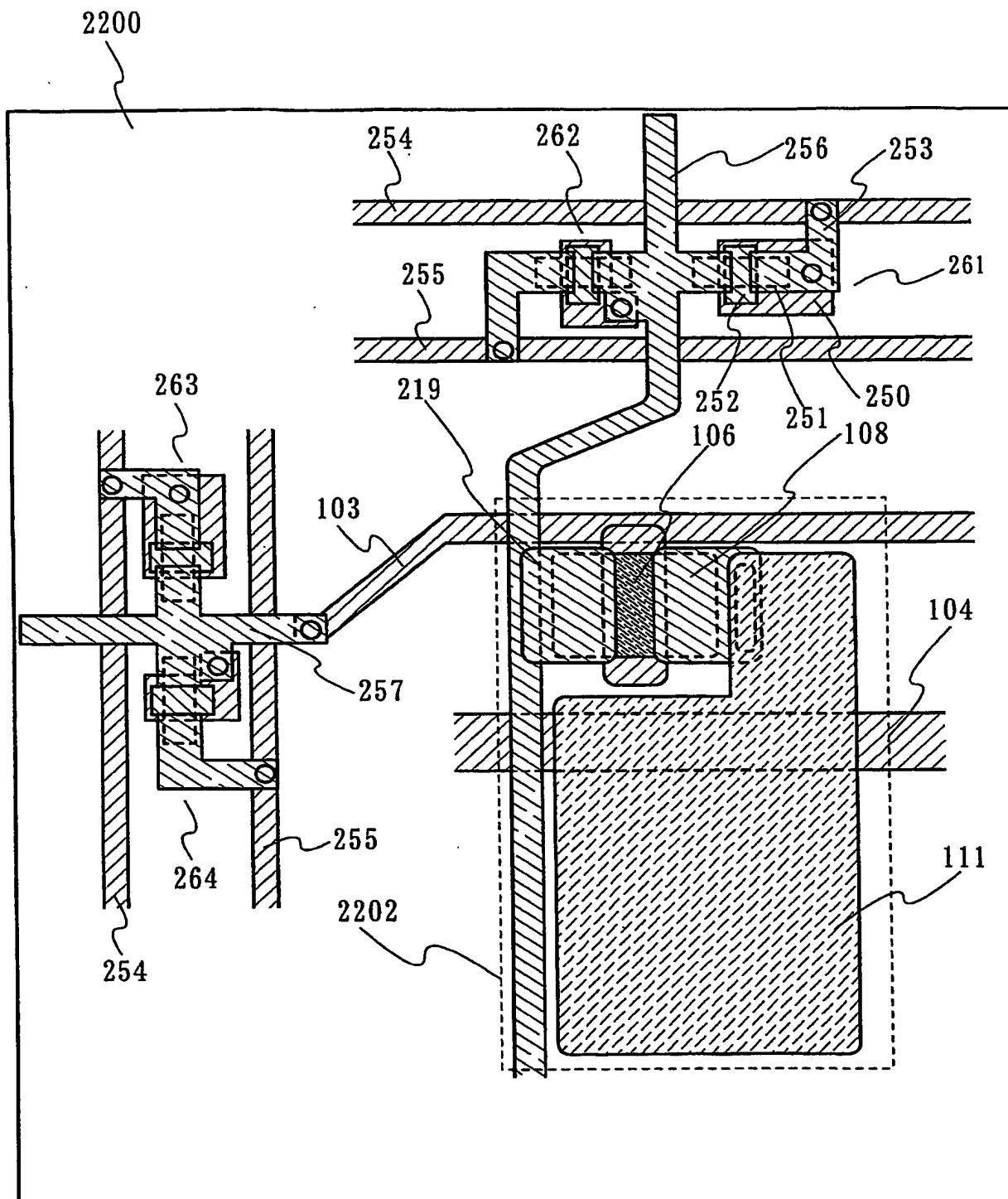
【図20】



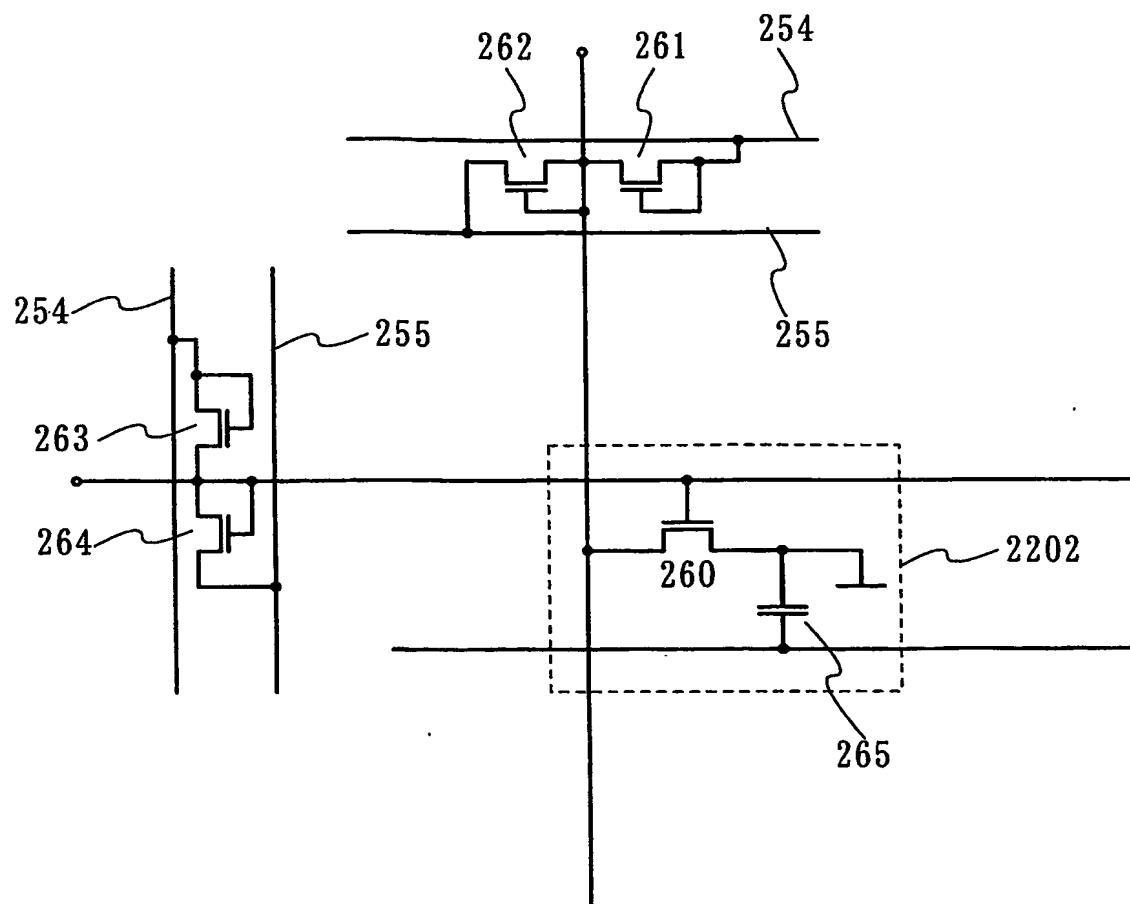
【図21】



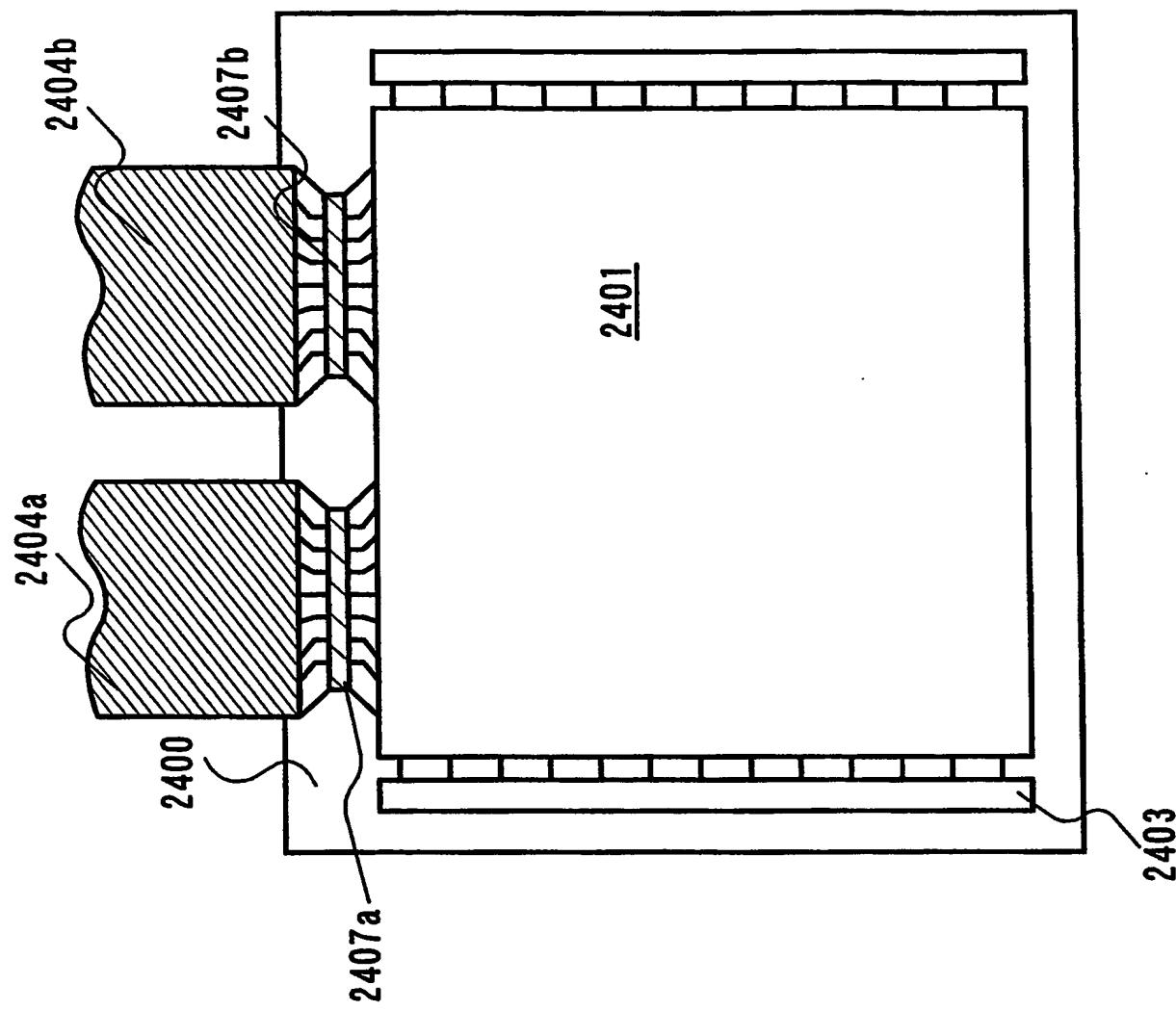
【図22】



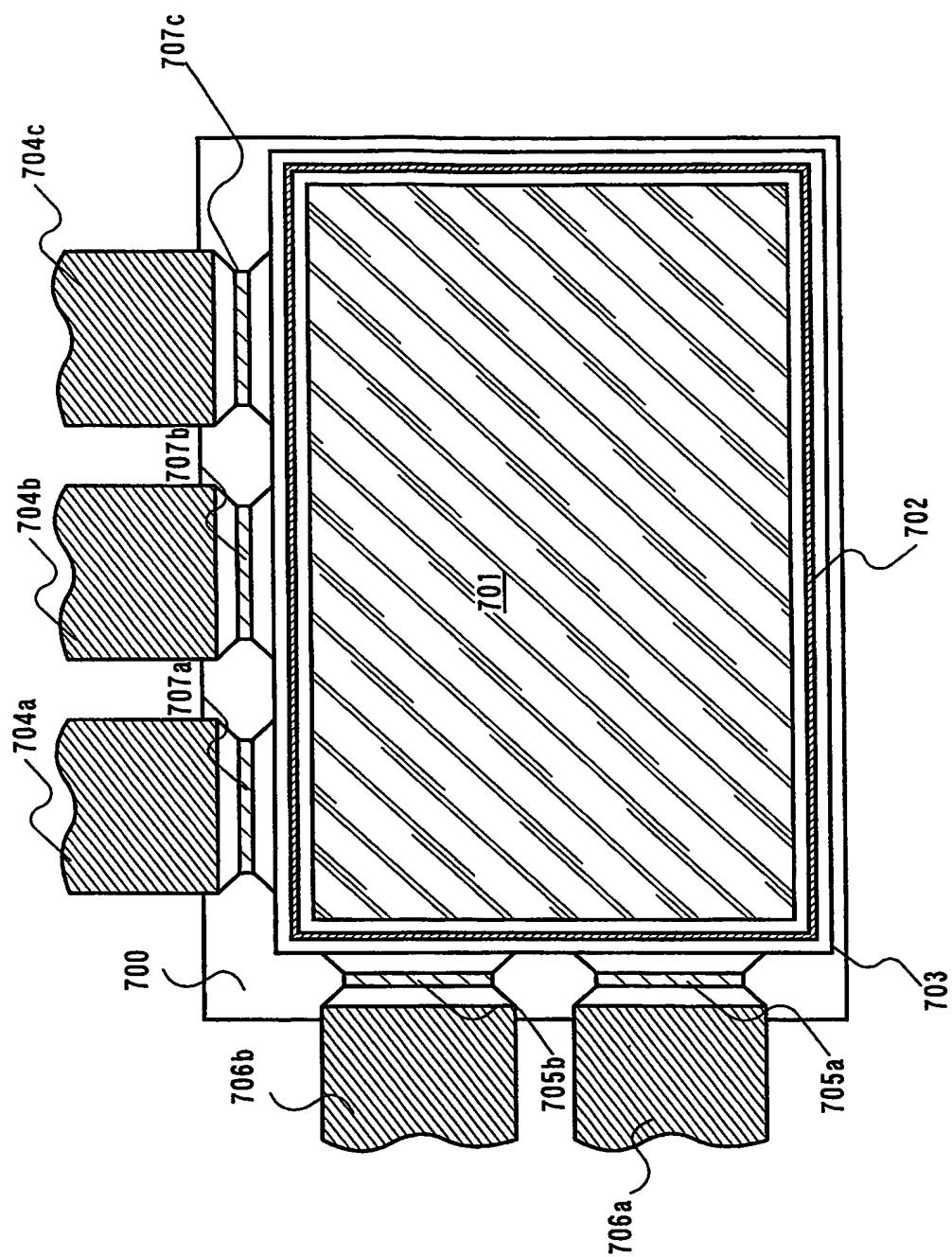
【図23】



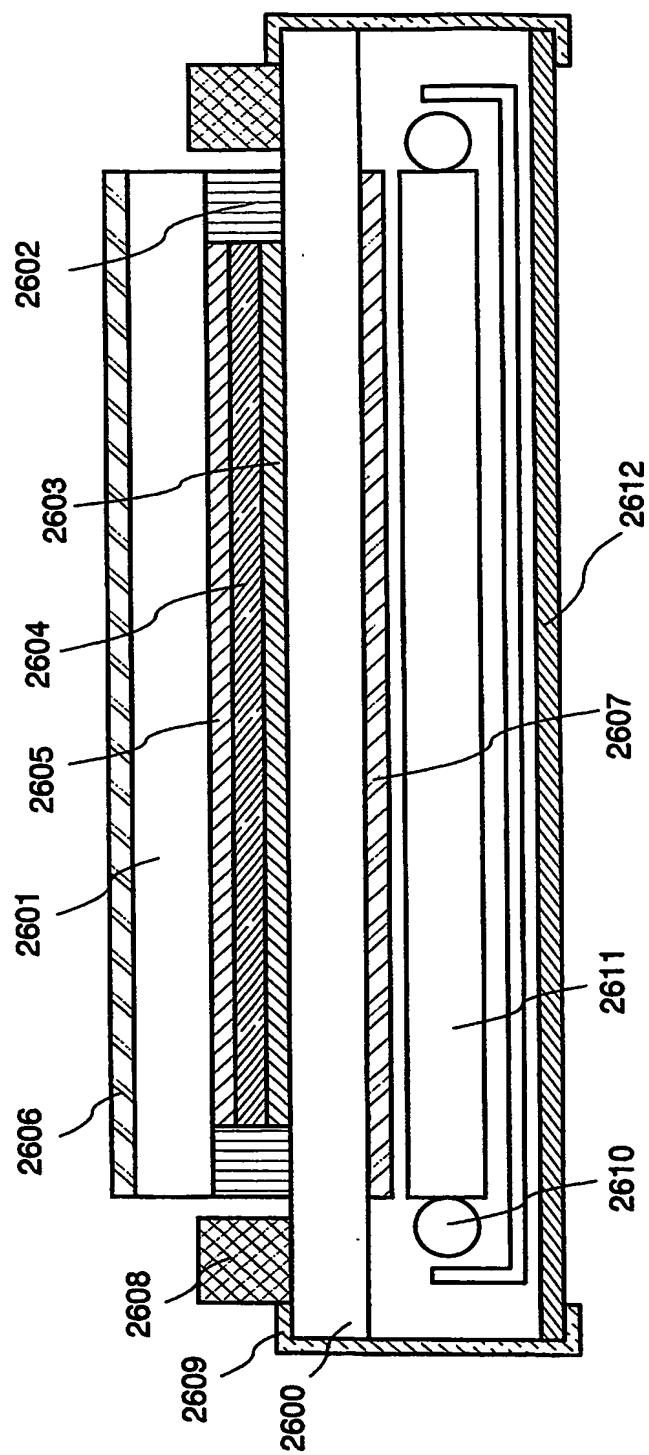
【図 24】



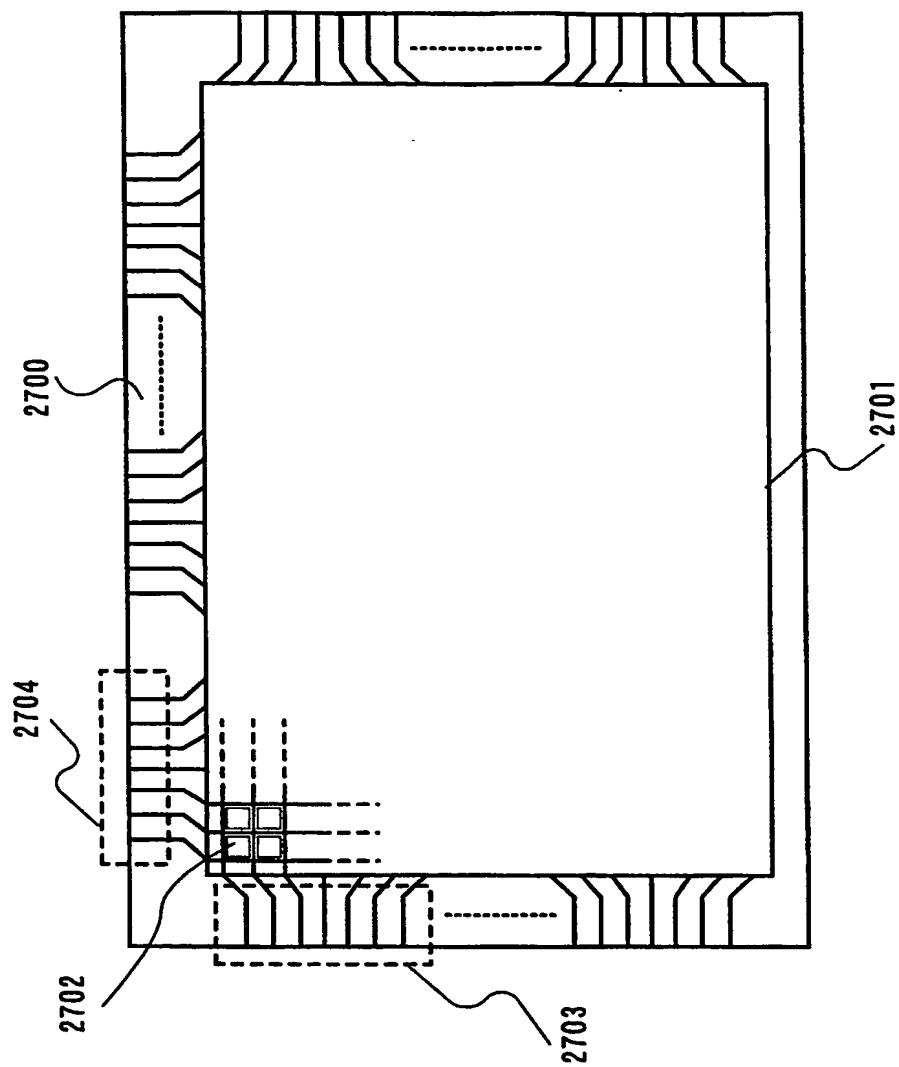
【図25】



【図26】



【図27】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 本発明は、材料の利用効率を向上させ、かつ、作製工程を簡略化して作製可能な液晶表示装置及びその作製技術を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の液晶表示装置は、開口部を有する絶縁層と、前記開口部に設けられた第1の導電層と、前記絶縁層及び前記第1の導電層上に、設けられた第2の導電層を有し、前記第1の導電層は、前記第2の導電層より、幅が広くかつ厚く、前記第2の導電層は導電性材料を有する液滴を噴出して形成されることを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2003-403850

出願人履歴情報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住所 神奈川県厚木市長谷398番地
氏名 株式会社半導体エネルギー研究所

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018073

International filing date: 29 November 2004 (29.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-403850
Filing date: 02 December 2003 (02.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse